

**BIOKAASULAITOKSEN SIJAINNIN OPTIMOINTI  
PAIKKATIETOANALYYSIN AVULLA**



Ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö

Hämeenlinna, Bio- ja elintarviketekniikka

Kevät, 2017

Pekka Parkkila

Bio- ja elintarviketekniikka  
Hämeenlinnan

---

<b>Tekijä</b>	Pekka Parkkila	<b>Vuosi</b> 2017
<b>Työn nimi</b>	Biokaasulaitoksen sijainnin optimointi paikkatietoanalyysin avulla	
<b>Työn ohjaaja</b>	Maritta Kymäläinen	

---

## TIIVISTELMÄ

Tässä opinnäytetyössä pyrittiin selvittämään optimisijaintia maaseudun raaka-aineita käyttävälle biokaasulaitokselle. Opinnäytetyö suoritettiin paikkatietoanalyysinä, joka rajattiin koskemaan Jyväskylän eteläpuoleista Suomea. Pääpaino analyysissä oli löytää sijainnit, joissa on suurin kysyntä tuotetulle biokaasulle. Biokaasun markkinoita tarkasteltiin lämmöntuotannon ja liikennebiokaasun tarpeeseen perustuen. Erillisenä analyysinä tarkasteltiin kaasunjakeluverkoston varrella olevien alueiden peltopinta-aloja, minkä perusteella voidaan valita alueita, joilla on hyvät edellytykset biokaasun myynnille.

Paikkatietoanalyysi suoritettiin Qgis-paikkatieto-ohjelmistolla ja käytettävät paikkatietoaineistot olivat peräisin avoimen paikkatiedon lähteistä. Paikkatietoanalyysi suoritettiin yhdistelemällä kartta- ja tietoaineistoja ja poistamalla alueita ennalta määrättyjen kriteerien mukaan.

Paikkatietoanalyysin tuloksena syntyi 377 aluetta, joiden sisällä biokaasulaitoksen perustaminen on mielekästä, kun tarkasteltiin lämmöntuotantoa ja liikennebiokaasun myyntiä. Tässä analyysissä ei tarkasteltu sähkön myyntiä. Opinnäytetyössä tarkasteltiin eri kriteerejä omina kokonaisuuksina, jotta voitiin palvella mahdollisimman montaa tarvetta.

Suurimmat energiantarve-alueet olivat odotetusti suurissa kaupungeissa ja niitä yhdistävien teiden varsilla. Suurimmat alueet peltobiomassan osalta sijaitsivat Varsinais-Suomessa. Kaasuverkon varrelta suurimmat peltopinta-alat löytyivät Kymenlaakson alueelta. Tässä opinnäytetyössä tehty analyysi antaa hyvin karkean erottelun potentiaalisten alueiden välillä, mutta se toimii hyvänä pohjana jatkotarkasteluille.

**Avainsanat** Paikkatietojärjestelmät, Biokaasu, Qgis, Kuivamädätys

**Sivut** 53 sivua, joista liitteitä 15 sivua

Degree Programme in Biotechnology and Food Engineering  
Hämeenlinna

---

<b>Author</b>	Pekka Parkkila	<b>Year</b> 2017
<b>Subject</b>	Optimizing the location of a Biogas plant with GIS analysis	
<b>Supervisors</b>	Maritta Kymäläinen	

---

ABSTRACT

The purpose of this Bachelor's thesis was to determine optimal locations for a biogas plant that uses agricultural crops for its feed. The thesis was conducted as a GIS (Geographic Information System) analysis focusing on Southern Finland below the city of Jyväskylä. The main aim in the analysis was to find the most lucrative markets for selling biogas. District heating and the use of traffic biogas were selected as the primary targets in the analysis while electricity markets were left out due to low market prices. Different analyses were conducted to find the best places along the national gas line that have the biggest field surface percentage within a radius of 10 km.

GIS analysis was conducted with a GIS application Qgis. The data used in the analysis was gathered from various open source databases. GIS analysis was conducted through combining map and information data and eliminating areas that met the predetermined criteria.

As a result of the GIS analysis 377 separate areas were selected suitable for a biogas plant. The thesis presents several different map and datasets that emphasise different criteria. The best areas through energy consumption were expectedly large city areas and urban areas along roads connecting big cities. The best areas based on field area were found in Southwest Finland. The best areas along the national gas line were found in Kymenlaakso region.

The analysis made in this thesis gives rough results on the difference between different areas and should not be a determining factor when deciding where to build a biogas plant. However, the analysis gives an excellent platform to build a much more detailed analysis which can then be used to build a successful biogas plant

**Keywords** GIS, Biogas, Qgis

**Pages** 53 pages including appendices 15 pages

# SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	1
2	BIOKAASUN TUOTANTO .....	2
2.1	Biokaasun raaka-aineet.....	2
2.2	Maataloudesta saatavat raaka-aineet .....	3
2.3	Prosessityypit .....	4
2.4	Anaerobinen hajoaminen.....	5
2.4.1	Anaerobinen hajoaminen .....	5
2.4.2	Prosessin toimintaedellytykset .....	6
2.5	Mädätysjäännös .....	7
2.6	Biokaasun käsittely.....	7
3	BIOKAASUN TUOTANTOON LIITTYVÄT LUVAT JA LAINSÄÄDÄNTÖ .....	8
3.1	Ympäristövaikutusten arviointimenettely .....	8
3.2	Ympäristölupa .....	9
3.3	Rakennuslupa .....	10
3.4	Laitoshyväksyntä .....	10
4	BIOKAASUN TIETOLEHTINEN .....	12
5	PAIKKATietoaineisto .....	13
5.1	Tiet.....	13
5.2	Kaasuntankkausasemat.....	15
5.3	Biokaasulaitokset .....	16
5.4	Kaasuverkko .....	16
5.5	Teollisuusalueet .....	17
5.6	Taajamat.....	18
5.7	Eliminoitavat alueet .....	19
6	KARTTA-ANALYYSI.....	20
6.1	Energiatarpeen määrittäminen.....	21
6.2	Kaasuverkon analyysi .....	23
6.3	Kapasiteetin määrittäminen.....	24
7	TULOKSET JA NIIDEN TARKASTELU .....	26
8	JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA .....	33
	LÄHTEET .....	34

## Liitteet

Liite 1	BIOKAASUN TIETOPAKETTI MAANVILJELIJÖILLE
Liite 2	KAIKKI LÄMPÖ- JA LIIKENNE-ENERGIA-ALUEET TAULUKKONA
Liite 3	50 PARASTA LÄMMITYSALUETTA
Liite 4	50 PARASTA LIIKENNEALUETTA
Liite 5	50 PARASTA PELTOALUETTA
Liite 6	50 PARASTA ALUETTA YHTEENLASKETUILLA ENERGIAMÄÄRILLÄ
Liite 7	PARHAAT ALUEET KAASULINJAN VARRELLA
Liite 8	KAIKKI LÄMPÖ- JA LIIKENNE-ENERGIA-ALUEET KARTTANA

## 1 JOHDANTO

Marraskuussa 2016 Suomen hallitus hyväksyi kansallisen energia- ja ilmastostrategian vuoteen 2030 asti. Osana tätä strategiaa ovat Juha Sipilän hallituksen energiatavoitteet, joissa uusiutuvan energian osuus nousee yli 50 %:n 2020-luvulla ja energiaomavaraisuus yli 55 %:n. Hallituksen energia- ja ympäristöstrategiassa esitetäänkin biokaasulaitosten tukemisen jatkamista nykyisellä tasolla, lupakäytäntöjen selkiyttämistä ja kaasukäyttöisten ajoneuvojen hankinnan edistämistä sekä maatalouden biomassojen biokaasupotentiaalin nykyistä parempaa hyödyntämistä tavoitteiden saavuttamiseksi. Strategiassa mainitaan maatilojen biokaasutuotannon ongelmaksi taloudellisesti kannattavien käyttökohteiden puute. (TEM 2016, 11–12.)

Suomessa tuotettiin vuonna 2015 noin 152,9 milj. m<sup>3</sup> biokaasua, josta tuotettiin energiaa 630,4 GWh. Se on ainoastaan 0,5 % Suomessa tuotetusta uusiutuvista energiasta. (Huttunen & Kuittinen 2016, 16.)

Tämän opinnäytetyön aiheena on määrittää kaupallisesti potentiaalisimmat sijainnit biokaasua tuottaville laitoksille, jotka käyttävät raaka-aineenaan maataloudesta tulevia sivuvirtoja kuten lantaa, olkia ja naatteja. Teoriaosuuden rajaus tehtiin koskemaan biokaasun tuotantoa ja tarkemmin kuivamädätysmenetelmää.

Optimisijoittelu suoritettiin kartta-analyysillä, joka tehtiin avoimen lähdekoodin paikkatieto-ohjelmalla Quantum gis (myöhemmin Qgis). Datamäärän hallitsemiseksi kartta-aineiston analysointi tehtiin Jyväskylän eteläpuolisesta Suomesta ja siitä rajattiin pois suuret kaupunkikeskukset, joiden sisältä tai välittömästä läheisyydestä ei oletettavasti löydy riittävästi maatalouden biomassoja.

Paikkatietoanalyysin lisäksi tämän opinnäytetyön teoriaosuudesta koostettiin maanviljelijöille suunnattu lyhyt biokaasutietolehtinen, joka esittää tämän opinnäytetyön liitteenä.

## 2 BIOKAASUN TUOTANTO

Biokaasu on hapettomissa oloissa, mikrobitoiminnan sivutuotteena syntyvä energiarikas kaasuseos, joka sisältää perinteisesti 65 % metaania ja 35 % hiilidioksidia sekä pieniä määriä vetyä, typpeä, happea, ammoniakkia ja rikkivetyä. Biokaasuntuotannossa tavoiteltavaa on mahdollisimman suuri metaanipitoisuus, johon raaka-aineen laadulla ja käytetyillä menetelmillä on suuri merkitys.

### 2.1 Biokaasun raaka-aineet

Biokaasun tuotantoon käytettävä materiaali sisältää paljon helposti biologisesti hajoavia aineita, kuten hiilihydraatteja, proteiineja ja rasvoja (Latvala 2009, 29).

Syötteen koostumuksella pystytään säätämään reaktoriolosuhteita optimaaliseksi anaerobiselle hajoamisreaktiolle ja vaikuttamaan biokaasun tuoton määrään ja kaasun metaanipitoisuuteen. Biokaasuntuotannossa yleisimmin käytetyt materiaalit valikoituvat syötteen niiden sopivuuden ja saatavuuden perusteella. (Kymäläinen 2015, 22.)

Raaka-aineen soveltuvuutta biokaasuntuotantoon arvioidaan mm. sen sisältämän orgaanisen aineen määrän, metaanintuottopotentiaalin, ka-pitoisuuden, hiili-typpeä-suhteen ja ravinne-hivenainekoostumuksen sekä mahdollisten inhibiittori aiheuttavien tekijöiden perusteella. (Kymäläinen 2015, 22.)

Raaka-aineen orgaanisen aineen määrää ja samalla sen soveltuvuutta biokaasuntuotantoprosessiin mitataan VS/TS-suhteella, joka tarkoittaa orgaanisen aineksen (VS) suhdetta kuiva-aineseen (TS tai KA). Mitä isompi on VS:n määrä, sitä parempi on raaka-aineen soveltuvuus biokaasuntuotantoon. Biokaasuprosessissa juuri orgaaninen aines hajoaa kaasuksi ja epäorgaaninen aines eli tuhka jää veden ja hajoamattoman orgaanisen aineksen kanssa mädätysjäännekseen. (Kymäläinen 2015, 23.)

Biokaasuntuotannossa käytetyt mikro-organismit tarvitsevat pääravinteita kuten hiiliä (C), typpeä (N), fosforia (P) ja rikkiä (S) sekä hivenaineita ja vitamiineja. Kaikki ravinteet tulisi saada syöttestä. (Kymäläinen 2015, 26.)

Parhaan C/N-suhteen biokaasuntuotantoon on arvioitu olevan 20–30:1. Matala suhdearvo eli korkea typen määrä saattaa aiheuttaa kohonneita ammoniakkipitoisuuksia, mikä inhiboi prosessia. Vastaavasti korkea suhdearvo saattaa aiheuttaa typen puutetta prosessissa, joka nostaa hiilidioksidin määrää ja laskee pH:ta. (Dioha, Ikeme, Nafi'u, Soba & Yusuf 2013, 8.)

Raaka-aineen metaanintuottopotentiaali voidaan määrittää joko laskennallisesti tai mittaamalla mädätyskokeilla.

Tämä opinnäytetyö keskittyy maataloudessa syntyvien sivuvirtojen hyödyntämiseen biokaasun tuotannossa. Olennaista on, että mädätykseen käytettävän biomassan tuotanto ei kilpaile ruuantuotannon kanssa, eli se ei vähennä maanviljelijän saamaa tuottoa sadosta.

## 2.2 Maataloudesta saatavat raaka-aineet

Maataloudesta saatavat biokaasun raaka-aineet voidaan jakaa kolmeen kategoriaan: lantoihin, energiakasveihin ja peltoylijäämiin. Näistä lannat ja peltoylijäämät ovat ekologiselta näkökannalta mielekkäimpiä vaihtoehtoja, sillä niiden käyttö ei edellytä peltopinta-alan varaamista pois ruuantuotannosta. (Pakarinen 2015, 33.)

Lannan määrä, sen koostumus ja metaanintuottopotentiaalit vaihtelevat merkittävästi riippuen eläinlajista, eläinsuojasta ja eläinten ruokinnasta. Biokaasuprosessin osalta olennaista on orgaanisen aineen määrä, jota ei esimerkiksi nautojen lannassa ole enää runsaasti jäljellä, toisin kuin sian lannassa. Orgaanisen aineksen määrä nousee merkittävästi, jos lanta on niin sanottua kuivalantaa, jossa se on sekoittunut johonkin orgaaniseen kuivikkeeseen. Kuivikkeista olki lisää lannan metaanintuottopotentiaalia, kun taas heikosti biologisesti hajoavat materiaalit kuten turve, kutterilastu tai sahanpuru eivät lisää kaasuntuottoa. (Pakarinen 2015, 36.)

Suomessa syntyvistä kasvibiomassoista parhaimpia biokaasun tuotannon kannalta ovat nurmi ja viljantuotannossa saatava olki. Molempia jakeita tuotetaan Suomen pelloilla ylimäärin eikä niitä hyödynnetä nykyisin kattavasti. Muita potentiaalisia jakeita ovat esimerkiksi sokerijuurikkaan naatit, maissi ja pilaantuneet juurekset (Taulukko 1, 4). Kasvibiomassoissa oleellista on TS/VS-suhde, typpipitoisuus ja kuitujen ominaisuudet – mitä puuvartisempi kasvi, sitä pienempi metaanintuotto. (Lehtomäki, Paavola, Luostarinen & Rintala 2007, 23.)

Biokaasulaitoksen yhteydessä olevalta maatilalta tulevat lanta ja kasvibiomassa eivät vaadi hygienisointia, vain pelkän silppuamisen. Poikkeuksena ovat biokaasulaitokset, jotka käsittelevät tilan ulkopuolista lantaa tai mahdollisesti kasvitauteja sisältäviä jakeita. Tällaisten jakeiden mädätysjäännöksen laatu tulee varmistaa hygienisoinnilla. (Motiva 2013, 9.)



Taulukko 1. Esimerkkejä maaseudulta saatavista syötemateriaaleista

Materiaali	m <sup>3</sup> CH <sub>4</sub> /tn VS	m <sup>3</sup> CH <sub>4</sub> /tn tuore- paino	m <sup>3</sup> CH <sub>4</sub> /tn TS	Lähde
Ruokohelpi	340 - 430	100 - 170	330 - 420	(Lehtomäki ym. 2007,21.)
Timotei-apila -nurmi	370 - 380	70 - 90	340 - 360	(Lehtomäki ym. 2007,21.)
Maa-artistokka	360 - 370	90 -110	340	(Lehtomäki ym. 2007,21.)
Virna-kaura	400 - 410	60 -100	370	(Lehtomäki ym. 2007,21.)
Nokkonen	210 - 420	20 - 60	170 - 360	(Lehtomäki ym. 2007,21.)
Lupiini	310 - 360	40	290 - 330	(Lehtomäki ym. 2007,21.)
Rehukaali	310 - 320	20 - 40	280 - 290	(Lehtomäki ym. 2007,21.)
Apila	280 - 300	40 - 70	260 - 270	(Lehtomäki ym. 2007,21.)
Sokerijuurikas, naatit	340	30 - 40	290	(Lehtomäki ym. 2007,21.)
Olki	240 - 320	200 - 260	220 - 290	(Lehtomäki ym. 2007,21.)
HVP-nurmi	270	92	248	(Marttinen ym. 2015, 16.)
Broilerin lanta	303	81	212	(Kuikka 2006, 30 – 31.)
Sian liotelanta	320	18	256	(Marttinen ym. 2015,16.)
Sian liotelannan kuivajae	300	69	246	(Marttinen ym. 2015,16.)
Lehmänlanta	204	16	163	(Kuikka 2006, 29 – 30.)
Hevosien lanta	200	52	157	(Proagria n.d, 50.)

### 2.3 Prosessityypit

Biokaasulaitoksen prosessin tyyppi valitaan pitkälti saatavilla olevan raaka-aineen perusteella. Prosessi voidaan jakaa kuiva-ainepitoisuuden perusteella märkään tai kuivaan prosessiin, lämpötilan mukaan sykrofiiliseen, mesofiiliseen ja termofiiliseen prosessiin tai syöttötyypin mukaan jatkuva- tai panostoitukseen prosessiin. (Cheng 2010, 154–157.)

Märkäprosessissa TS-pitoisuus on enimmillään 5–15 %, mikä mahdollistaa syötteen pumppaamisen ja reaktorin sekoittamisen. Mädätysjäännöksestä voidaan joutua poistamaan nestettä, jonka käsittely lisää kustannuksia. Märkäprosessit ovat yleisesti jatkuvatoimisia. (Latvala 2009, 29.)

Kuivamädätyksessä TS-pitoisuus on välillä 20–50 % ja sitä käytetään sekä jatkuva-, että panostoitumisena prosessina. Kuivamädätyksen etuna on pienempi reaktoritilavuus per tuoretonni syöttömateriaalia. (Lehtomäki ym. 2007, 33; Latvala 2009, 29.)

Mädätysprosessissa käytettävät mikrobit on jaoteltu niiden toimintalämpötilan mukaan. Psykrofiilit toimivat lämpötila-alueella 10–25 °C. Mesofiiliset mikrobit toimivat lämpötila-alueella 30–37 °C ja termofiiliset mikrobit toimivat alueella 50–65 °C. Näistä kolmesta meso- ja termofiilejä käytetään yleisesti biokaasun tuotannossa, sillä ne ovat paljon tehokkaampia kuin psykrofiilit. (Cheng 2010, 157–161.)

Jatkuvatoimisessa prosessissa periaatteena on, että reaktoriin syötetään tietyin väliajoin lisää syötettä ja saman verran mädätysjäännöstä tulee pois reaktorista. Syötteen viipymä reaktorissa riippuu syöttömateriaalin hajoamisnopeudesta. Keskimääräinen viipymä reaktorissa on noin 20–30 vuorokautta. Myös kuivamädätystä voidaan tehdä jatkuvatoimisena. (Luostarinen 2015, 83–84.)

Panosprosessia käytetään eniten kuivien jakeiden käsittelyyn. Reaktori ladataan täyteen ja sen annetaan toimia halutun ajan. Reaktorissa on oltava nestekierto, jossa massasta suodattuva neste kerätään ja sitä käytetään edelleen kostuttamaan reaktorissa olevan massan pintaa. Panosprosessin ongelmana on pitkä reaktoriviipymä ja se soveltuu parhaiten sellaisiin tilanteisiin, jossa syötettä tulee jaksoittain. (Latvala 2009, 32–33.)

## 2.4 Anaerobinen hajoaminen

Biologinen anaerobinen hajoaminen tarkoittaa orgaanisen aineen hajoamista hapettomissa olosuhteissa. Biokaasun muodostuminen on monimutkainen prosessi, jonka vaiheet voidaan jakaa neljään päävaiheeseen: hydrolyysi, asidogeneesi, asetogeneesi ja metanogeneesi. (Cheng 2010, 153–154.)

Biokaasun tuotannossa hiilipitoinen orgaaninen aines hajoaa ja lopputuotteena syntyy energianlähteenä käytettävää metaania ja hiilidioksidia sekä hajoamattomia ainesosia kuten humusta ja lignoselluloosaa. (Kymäläinen 2015, 61.)

### 2.4.1 Anaerobinen hajoaminen

Orgaaninen aines sisältää proteiineja, hiilihydraatteja ja lipidejä. Hydrolyysivaiheessa mikrobisolut tuottavat entsyymejä solujen ulkopuolelle. Entsyymien tarkoitus on hajottaa molekyylejä pienempiin osiin, joita mikrobit pystyvät hyödyntämään. Hiilihydraatit kuten tärkkelys hajoavat amylaasi-entsyymin vaikutuksesta sokereiksi, proteaasit tuottavat proteiineista aminohappoja ja lipaasit tuottavat rasvoista rasvahappoja ja glyserolia. (Kymäläinen 2015, 61.)

Biokaasun tuotannossa käytetyt hiilihydraatit voivat olla suoraan yksinkertaisia sokereita mutta maatalan raaka-aineissa kyse on useimmiten polysakkarideista, joita tulee pilkkoa mikrobitoiminnan avulla. (Kymäläinen 2015, 61.)

Hydrolyysin aikaansaavat hydrolyyttiset bakteerit ottavat osaa myös prosessin seuraavaan vaiheeseen eli asidogeneesiin, jossa fermentoivat mik-

robit muuttavat hydrolyysin tuotteita haihtuviksi rasvahapoiksi ja alkoholeiksi ja samalla muodostuu vetyä, hiilidioksidia ja ammoniakkia. (Kymäläinen 2015, 62.)

Prosessin kaksi viimeistä vaihetta tapahtuvat osin samanaikaisesti. Asetogeneesissä eli anaerobisessa hapettumisessa tuotetaan asidogeneesin tuotteista metaanin tuotannon raaka-aineita. Asetogeenit käyttävät hapettuneita yhdisteitä kuten nitraattia, sulfaattia ja karbonaattia elektrodien vastaanottajina, jolloin ne pelkistyvät. (Kymäläinen 2015, 62.)

Metanogeneesi on prosessin viimeinen vaihe, jossa metanogeenit tuottavat metaania ja hiilidioksidia asetaatista, vedystä ja hiilidioksidista. Asetaattia hajottavien asetotrofisten metanogeenien arvioidaan muodostavan 70 % syntyvästä metaanista. Vetyä käyttävät metanogeenit, jotka toimivat samanaikaisesti vetyä tuottavien asetogeenien kanssa tuottavat 30 % syntyvästä metaanista. Korkea vetypitoisuus inhiboi asetogeenien toimintaa, joten hydrogenotrofisten metanogeenien läsnäolo on elintärkeää prosessin kannalta. (Kymäläinen 2015, 63.)

#### 2.4.2 Prosessin toimintaedellytykset

Biokaasuntuotantoprosessi on itseään säätelevä luonnollinen prosessi, joka on kuitenkin kohtuullisen herkkä inhibitioille ja optimaalinen metaanintuotto vaatii tietyt olosuhteet. Hapettomuuden jälkeen yksi tärkeimmistä toimintaedellytyksistä on lämpötila, joka on joko mesofiilinen 35–37 °C tai termofiilinen 50–55 °C. (Latvala 2009, 29.)

Biokaasuprosessin pH-arvon optimi vaihtelee syötteiden mukaan optimin ollessa hydrolyysi- ja asidogeneesi-vaiheessa välillä 5,2–6,3 ja metanogeneesissä 6,5–7,5. Yleensä biokaasureaktorin pH-arvo on lähellä neutraalia. (Latvala 2009, 34.)

Ravinteet ja hivenaineet ovat yksi tärkeä osa biokaasuprosessin toimintaa etenkin yksipuolisissa syötteissä kuten kasvibiomassassa, joka kärsii herkemmin hivenainepuutteesta kuin lantapohjaiset syötteet. (Kymäläinen 2015, 66–67.)

Prosessia ja mikrobien kasvua inhiboivia tekijöitä ovat ammoniakki, rikkivety ja pitkäketjuiset rasvahapot, sekä raskasmetallit ja jotkin hivenaineet. Myös vääränlainen lämpötila tai pH voi hidastaa kaasuntuotantoa. Inhiboivia tekijöitä voi tulla myös syötteen mukana, kuten antibiootteja tai puhdistusaineita, joiden riski tulee tiedostaa, mutta muita inhiboivia tekijöitä voi syntyä myös prosessin aikana. Inhiboivien tekijöiden arvoja tuleekin seurata ja ennakoida. (Latvala 2009, 36.)

## 2.5 Mädätysjäännös

Biokaasuprosessista ulostulevaa ainesta kutsutaan mädätysjäännökseksi tai mädätteeksi. Anaerobinen prosessi muokkaa syötteen ominaisuuksia siten, että prosessin jälkeinen mädätysjäännös on hyvää lannoitetta tai maanparannusainetta. Mädätysprosessista 30–80 % syötetyn materiaalin orgaanisesta aineesta muuttuu metaaniksi ja hiilidioksidiksi. Tämä tarkoittaa sitä, että mädätysjäännöksen lannoitevaikutus paranee koska sen hiili/typpi suhde alenee. (Lehtomäki ym. 2007, 44–46.)

Lannoitekäytössä mädätysjäännöksen etuja esimerkiksi lannan suoralevitykseen on, että syötteessä oleva orgaaninen typpi muuttuu mädätysprosessissa liukoiseksi typeksi, joka on helpommin kasvien käytettävissä. Lisäksi mädätysprosessi vähentää kasville myrkyllisten yhdisteiden määrää ja mädätykseen käytetyn lannan liukoisuutta jolloin mädätysjäännöstä voidaan levittää myös kasvien päälle. (Lehtomäki ym. 2007, 44–46.)

Helposti käytettävän tyypin lisäksi mädätysjäännökseen jäävät syötteessä olevat mikroravinteet, sillä ne eivät häviä biokaasunmuodostuksessa. Lisäksi mädätysjäännöksen lannoitekäytön etuna kemiallisiin lannoiteisiin nähden voidaan laskea myös se, että mädätysjäännöksen lisääminen lisää myös maan humuspitoisuutta. (Lehtomäki ym. 2007, 44.)

Kuivamädätystä tehdään yleensä panostoimisena ja menetelmän etuna pidetään rikkakasvien siementen tuhoutumista mädätysjäännöksestä riittävän pitkän mädätysajan takia. (Metener 2016, 3.)

Biokaasulaitoksessa käytettävien syötteiden riskit tulee tuntea ja prosessissa tulee käyttää hygienisointia, mikäli käytettävissä jakeissa on tautiriskin vaara, tai mädätysjäännöstä on tarkoitus myydä lannoitteena, tai jos syötteet ovat tulleet tilan ulkopuolelta. (Motiva 2013, 9.)

## 2.6 Biokaasun käsittely

Anaerobisen hajoamisen lopputuotteena syntyvä biokaasu on seos kaasuja, joista 50–80 % on metaania, 20–40 % hiilidioksidia ja loput mm. typpeä, happea, vetyä ja rikkivetyä, sekä vesihöyryä. Tämä seos ei sellaisenaan ole käyttökelpoista, vaan se tulee aina puhdistaa epäpuhtauksista, jolloin sitä voidaan hyödyntää lämmityksessä ja sähköntuotannossa. Puhdistuksessa poistetaan kaikki muut paitsi inertit kaasut kuten hiilidioksidi ja typpi, koska ne eivät aiheuta ongelmia käyttölaitteissa. Puhdistuksessa pyritään poistamaan vähintään rikkivety ja kuivaamaan kaasu eli poistamaan vesihöyry, koska ne muodostavat yhdessä rikkihappoa. (Cheng 2010, 196–197.)

Biokaasun jalostamisella biometaaniksi pyritään kasvattamaan kaasun energiasisältöä yleensä niin, että metaanipitoisuus voi olla jopa 99 %, jolloin kaasu soveltuu kaikkiin liikennekäytössä oleviin kaasumootoreihin. Yleisin jalostusmenetelmä biokaasulle on vesipesu, jolla pystytään vähentämään hiilidioksidin määrää kaasussa, mutta samalla vähentämään myös epäpuhtauksia kuten rikkivetyä. (Cheng 2010, 199.)

### 3 BIOKAASUN TUOTANTOON LIITTYVÄT LUVAT JA LAINSÄÄDÄNTÖ

Biokaasulaitokselta vaadittavat luvat ovat monesti riippuvaisia laitoksen käsittelykapasiteetista ja käytetyistä tekniikoista. Biokaasuntuotannon lupaviranomaisina toimivat kuntien ympäristö- ja rakennusviranomaiset, sekä Aluehallintovirasto ja EVIRA. Suuremmissa hankkeissa Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus toimii yhteysviranomaisena.

#### 3.1 Ympäristövaikutusten arviointimenettely

Ympäristövaikutusten arviointimenettely (YVA) pyrkii selvittämään hankkeen ympäristövaikutuksia riittävällä tarkkuudella silloin, kun hanke aiheuttaa negatiivisia ympäristövaikutuksia. (Ympäristö 2015.)

YVA-menettely perustuu lakiin ympäristövaikutusten arviointimenettelystä (468/1994), sekä asetukseen ympäristövaikutusten arviointimenettelystä (713/2006). Biokaasulaitoksen osalta YVA-menettelyä tarvitaan, valtioneuvoston asetuksen mukaan, kun biologinen käsittelylaitoksessa mitoitus on tehty olemaan 20 000 tonnia jätettä vuodessa. (Valtioneuvoston asetus ympäristövaikutusten arviointimenettelystä 713/2006 §6.)

Ympäristövaikutusten arviointimenettely alkaa sillä, että hankkeesta vastaava yritys toimittaa ympäristövaikutusten arviointiohjelman yhteysviranomaiselle, joka on elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus (ELY-keskus). Arviointiohjelmassa kerrotaan, mitä toteuttamisvaihtoehtoja ja vaikutuksia tullaan käsittelemään ja miten tiedottaminen ja vaikutusalueella olevien henkilöiden osallistaminen järjestetään. YVA-menettelyn tuloksena on ympäristövaikutusten arviointiselostus. ELY-keskus tiedottaa arviointisuunnitelman ja arviointiselostuksen vireilläolosta. ELY-keskus tuottaa oman lausunnot suunnitelmasta ja selostuksesta oman tietämyksensä sekä asukkaiden, järjestöjen ja viranomaisten lausuntojen pohjalta. (Ympäristö 2015.)

YVA-menettely päättyy, kun ELY-keskus antaa lausuntonsa YVA-selostuksesta. ELY-keskuksen lausunto ei sido toimijoita mihinkään vaan se toimii muun muassa lupapäätösten tukena.

YVA-menettelyn kustannukset vaihtelevat suuresti ja Jantunen & Hokkanen arvioivat raportissaan hinnan olevan 10 000 eurosta aina useisiin satoihin tuhansiin euroihin hankkeesta riippuen. (Jantunen & Hokkanen 2010, 23.)

### 3.2 Ympäristölupa

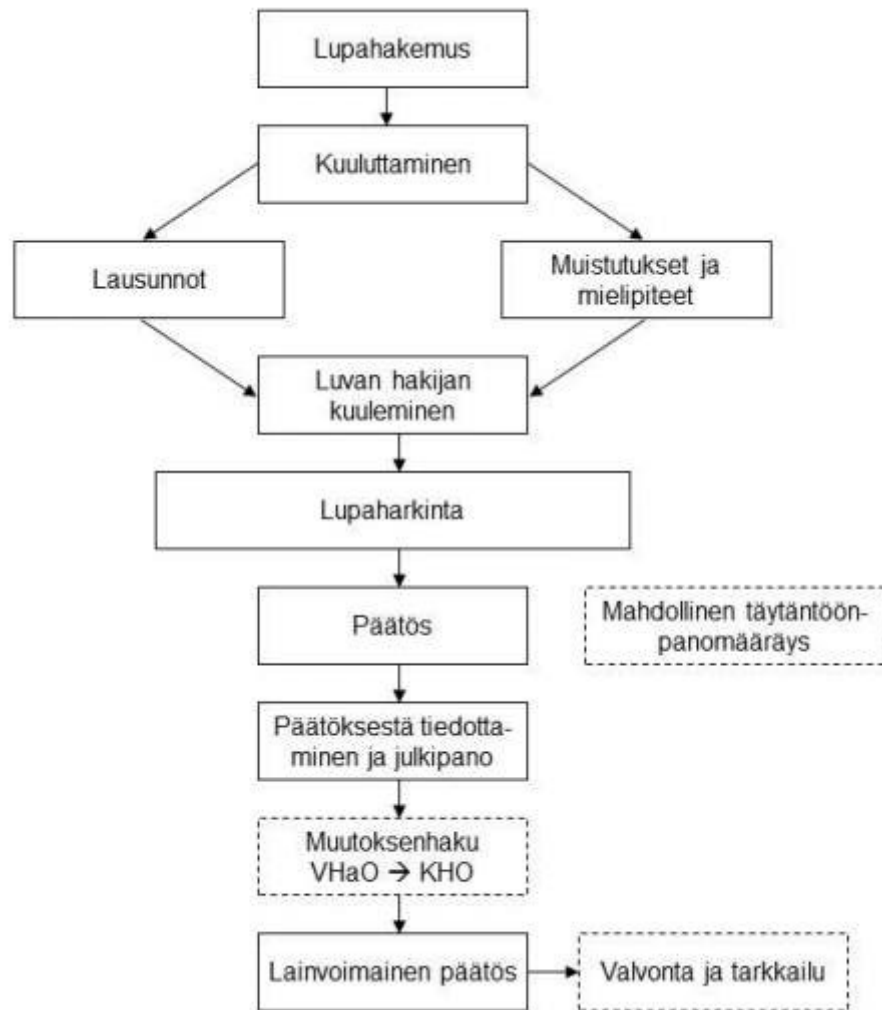
Biokaasulaitos vaatii aina Ympäristönsuojelulain (527/2014) mukaisen luvan. Luvan tarpeellisuudesta määrätään Valtioneuvoston asetuksessa ympäristönsuojelusta (2014/713), jossa määritellään ympäristöluvan myöntävä viranomainen, joka biokaasulaitoksen kaltaisessa kaasumaisen polttoaineen valmistuslaitoksessa, joka tuottaa vähintään 5 000 tonnia vuodessa on alueellinen aluehallintovirasto (AVI).

AVI voi tehdä päätöksen vasta kun YVA-seloste ja ELY:n siitä tekemä lausunto on valmiina. Ympäristöluvan tarkoituksena on varmistaa, ettei hankkeesta muodostu merkittävää ympäristön pilaantumisen vaaraa tai terveyshaittaa.

Ympäristöluvassa voidaan määrätä muun muassa

- toiminnan laajuudesta
- päästöistä ja niiden vähentämisestä
- ilmoituksista, kirjanpidosta ja raportoinnista.

Kuvassa 1 sivulla 10 osoitetaan ympäristölupahakemuksen käsittelyn vaiheet.



Kuva 1. Ympäristölupakäsittelyn vaiheet kaaviona (Ymparisto B 2016.)

### 3.3 Rakennuslupa

Biokaasulaitoksen rakentaminen vaatii maankäyttö ja rakennuslain (132/1999) mukaisen rakennusluvan, jonka myöntää kunnan rakennusvalvontaviranomainen. Rakennusvalvontaviranomaisen tehtävä on varmistaa rakentamisen säännösten- ja määräystenmukaisuus, siksi YVA-selostus ja ELY:n lausunto lisätään liitteinä rakennuslupahakemukseen. Hankkeiden kannalta on tärkeää, että lupaprosessit menevät eteenpäin keskeytyksettä ja siksi rakennuslupahakemus tulee olla hyvin valmisteltu. (Rakennuslupa n.d.)

### 3.4 Laitoshyväksyntä

Elintarviketurvallisuusviraston (EVIRA) myöntämä ja valvoma laitoshyväksyntä perustuu lannoitevalmistelakiin (539/2006) ja sivutuoteasetukseen

(EY) N: o 1069/2009. Lannoitevalmistelaki edellyttää laitoshyväksyntää orgaanisia lannoitevalmisteita valmistavilta laitoksilta. Tuotetut lannoitteet on jaettu tyyppi-ryhmiin (EVIRA 2016.):

- IB1 orgaaniset eläinperäiset lannoitteet
- IB2 orgaaniset ei-eläinperäiset lannoitteet
- 3A2 orgaaniset maanparannusaineet
- 3A5 maanparannusaineena sellaisenaan käytettävät sivutuotteet
- 5A2 seosmullat, jos valmistusprosessin osana on lantaa, orgaanisia jätteitä tai teollisuuden sivutuotteita.

Sivutuoteasetuksessa määrätään, että laitoshyväksyntämenettely koskee laitoksia, jotka käsittelevät eläinperäisiä sivutuotteita. Mikäli biokaasulaitos on tuottanut mädätysjäännöstä lannasta ja käyttää sen maatalan omille pelloille niin laitoshyväksyntää ei tarvita. Kuitenkin jos mädätysjäännöns sisältää sivutuoteasetuksen luokkaan 3 kuuluvaa teurasjätettä tai tilan ulkopuolisia asumisjäte-vesien käsittelyssä syntyneitä lietteitä, yhdyskuntalietteitä ja ruokajätteitä- laitoshyväksyntä tarvitaan. (EVIRA 2016.)

Eviran mukaan laitoshyväksynnän hakijan on osoitettava hakemuksessaan tuotettavan lannoitteen (EVIRA 2016.)

- hygienisoituminen prosessissa
- suunnitelma raaka-aineen ja hygieenisen aineksen erillään pidosta
- suunnitelma laitoksen puhtaanapidosta
- suunnitelmat omavalvonasta ja jäljitettävyydestä
- HACCP.

Lisäksi hyväksyntäasian yhteydessä tarkastetaan muun muassa

- tuotantotilat
- prosessin toiminta
- omavalvonnan toteutus
- kirjanpito.



#### 4 BIOKAASUN TIETOLEHTINEN

Tämän opinnäytetyön teoriaosuudesta on koottu liitteeseen 1 maanviljelijöiden tiedottamiseksi tarkoitettu dokumentti. Tietopaketin ensisijainen tarkoitus on olla keskustelunavaaja, jossa tiedot esitetään yksinkertaistusti niin, että lukija ymmärtää lukemansa ensimmäisellä kerralla ja toivottavasti kiinnostuu asiasta lisää. Tietolehtisessä esitetään kolme lähdettä tässä opinnäytetyössä käytettyjen lähteiden joukosta. Lähteiksi valittiin Suomen Biokaasuyhdistyksen nettisivut, joista lukija saa tarvittaessa yksityiskohtaisempaa tietoa yleisesti biokaasusta ja ajankohtaisista tapahtumista, sekä Motivan ja ProAgrian maatilan biokaasua käsittelevät dokumentit. (Biokaasuyhdistys 2017; Motiva 2013; ProAgria, n.d.)

Tietopaketissa haluttiin välttää esittämästä liikaa tietoa, sillä silloin tietopaketti ei eroaisi merkittävästi muista olemassa olevista dokumenteista kuten ProAgrian oppaasta – Maatalouden biomassat biokaasulaitoksessa. Tietopaketista luotiin enemmän mainosmainen kaksipuoleinen A4-paperi, jonka jakelu ja lukeminen olisivat vaivatonta. Esitteeseen otettiin mallia esimerkiksi Tampereen teknillisen yliopiston teettämästä esitteestä: Voimajohtojen sähkö- ja magneettikentät. (TTY 2011.)

Tämä tietolehtinen on tarkoituksella yleisluontoinen ja lyhyt, jonka kokoa olisi mahdollista kasvattaa tarvittaessa kattamaan yksityiskohtaisemmin haluttuja aiheita kuten mädätysjäännöksen hyödyntämisen, biokaasun käyttöä tai laitospuhtautuksen taloutta. Tässä opinnäytetyössä tietopaketin laajuus katsotaan kuitenkin sopivaksi.

## 5 PAIKKATIETOAINEISTO

Paikkatieto koostuu tiedosta, joka on sidottu johonkin sijaintiin. Analyysissä käytetyt sijaintitiedot perustuvat lähes aina johonkin koordinaattijärjestelmään. Tässä opinnäytetyössä käytetty koordinaattijärjestelmä on ETRS-TM35FIN, joka on erityisesti Suomen karttaan optimoitu karttaprojektio, jota käytetään kartoissa, jotka tarkastelevat laajempia alueita. (MML n.d.)

Paikkatieto-ohjelmissa käytetty informaatio on joko vektori- tai rasteritiedostoina. Rasteritiedostot ovat kuvatiedostoja, joille annetaan haluttu sijainti koordinaattien avulla. Rasteritiedostoja käytetään usein taustakarttoina. Vektoritiedostot ovat paikkatieto-ohjelmistojen yleisempiä työkaluja, jotka voidaan jaotella kolmeen erilaiseen tyyppiin: viiva-, piste- ja polygonivektoreihin.

Paikkatieto-ohjelmat, kuten tässä opinnäytetyössä käytetty Qgis, ovat tietokoneohjelmia, joiden avulla luetaan ja muokataan vektori- ja rasteridatataa.

Tässä opinnäytetyössä esitetyn analyysin paikkatietoaineistot on koottu eri avoimen paikkatiedon lähteistä. Paikkatiedon lähteet on mainittu kunkin tiedon kohdalla erikseen.

### 5.1 Tiet

Teiden sijaintien ja liikenteen lukumäärien paikkatiedot saatiin Liikenneviraston avoimen datan aineistosta. Kuvassa 2 esitetään tarkastelualueen tieverkosto karttamuodossa.



Kuva 2. Teiden paikkatietoaineisto karttamuodossa (Digiroad 2015)

Tiestöstä olennaisia tietoja ovat rakentamisen varoetäisyys tiestä ja tieliikennemäärät. Maantielaissa määritellään maanteiden varoetäisyydet, joiden sisällä ei voi rakentaa. Varoetäisyys on normaalitilanteessa 20 m tien keskilinjasta ja erikoistilanteessa voidaan myöntää lupa rakentamiseen alle 20 metriin tai kasvattaa etäisyyttä 50 m:iin. Varalaskupaikkojen kohdalla varoetäisyys ylettyy 300 m varalaskupaikan sivuille ja pituussuunnassa 750 m varalaskupaikan päistä. (Maantielaki 2005/503 § 44.)

Kartta-analyyssissä ei huomioida tiestön varoetäisyydelle jääviä alueita, joten tiestön ympärille muodostetaan 50 m:n vyöhyke ja varalaskupaikkojen ympärille 300–750 m:n vyöhyke, jonka sisäpuolelta ei haeta sijainteja. Varalaskupaikkojen sijainnit saatiin Ramboll Oy:n selvityksestä ilmailun asettamien rajoitusten vaikutuksesta tuulivoimahankkeiden toteuttamismahdollisuuksiin. (Ramboll 2011.)

Liikenneviraston aineistosta voidaan nähdä liikennemäärät kullakin tietosuudella. Liikennemäärät suhteutetaan Suomessa rekisteröityjen kaasua polttoaineenaan käyttävien autojen määrään. Vuonna 2016 oli Trafín ajoneuvotilastojen mukaan rekisteröitynä 1 026 kaasuautoa. Suomessa oli liikenteessä vuonna 2016 yli 2,5 miljoonaa autoa. Taulukossa 1 on laskettu kaasuautojen osuus autokannasta:

Taulukko 2. Biokaasuautojen osuus rekisteröityjen henkilöautojen määrästä. (Trafi 2017.)

	Henkilöautoja yhteensä	Kaasuautoja yhteensä 2016	Kaasuautojen määrä kaikista autoista
Uusimaa	688 137	1 026	0,149 %
Varsinais-Suomi	237 853	49	0,021 %
Satakunta	121 257	7	0,006 %
Kanta-Häme	92 113	84	0,091 %
Pirkanmaa	241 913	169	0,070 %
Päijät-Häme	97 918	88	0,090 %
Kymenlaakso	95 668	161	0,168 %
Etelä-Karjala	70 127	71	0,101 %
Etelä-Savo	77 947	5	0,006 %
Pohjois-Savo	121 294	5	0,004 %
Pohjois-Karjala	83 760	12	0,014 %
Keski-Suomi	134 344	93	0,069 %

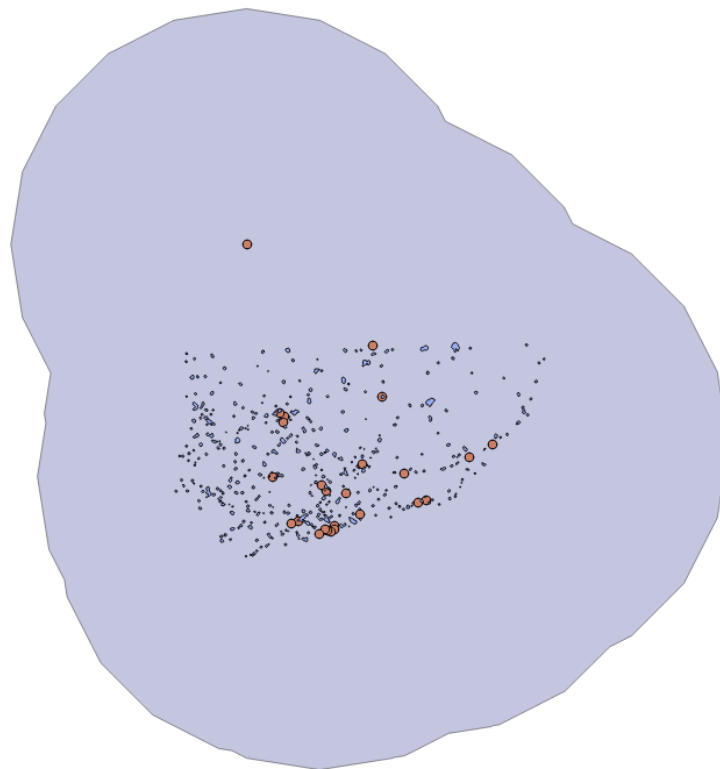
Yksi biokaasuauto kuluttaa noin  $5,3\text{m}^3/100\text{km}$  maakaasua, joka on energiaksi muutettuna  $53\text{kWh}/100\text{km}$ . Suomalainen autoilija ajoi Liikenneviraston teettämässä tutkimuksessa keskimäärin 17 661 km vuodessa. Tämä tarkoittaa, että yksi kaasuauto kuluttaa noin 9,4 MWh vuodessa. (Skoda 2016; Liikennevirasto 2012, 44.)

Kartta-analyysissä lasketaan jokaiselle tielle sen mahdollinen maksimiarvo kokonaisliikennemäärän ja prosentuaalisen kaasuauto-osuuden perusteella. Jokaiselle kaasuautolle annetaan 9,4 MWh kulutusarvo. Tällä analyysillä pyritään antamaan tieliikenteelle MWh määräinen arvo, jota voidaan verrata muihin kartta-analyysin muuttujiin.

Tämän analyysin puutteita ovat selkeästi se, että tarkastelussa voidaan ottaa huomioon ainoastaan tieosuudella vuoden aikana liikkuneet ajoneuvot, eikä sitä, mitä autoja kyseisillä tiepätkillä liikkuu. Tässä analyysissä haetaan ihmisten yksityisautoilun volyymeja ja lasketaan siitä suhteutettu energiantarvepotentiaali.

## 5.2 Kaasuntankkausasemat

Kaasuntankkausasemien paikkatiedot saatiin CBG100 Suomi-palvelun kautta. Kuvassa 3 on esitetty tankkausasemat karttanäkymässä. Kaasuntankkausasemien läheisyys aiheuttaa kilpailutilanteen, joka voi olla epäedullinen uuden biokaasualaitoksen liikennebiokaasun myynnille. Samaan aikaan kaasun tankkausasemat mahdollistavat kaasuautojen kulkeutumisen pidemmälle. Nykyisten kaasuautojen kaasutankeilla ajaa noin 400 km, jota pidetään tässä analyysissä maksimietäisyytenä uudelle biokaasun tankkausasemalle. Kaasuntankkausaseman aiheuttamaa kilpailu ympäristöä ei tässä tarkastelussa huomioida.

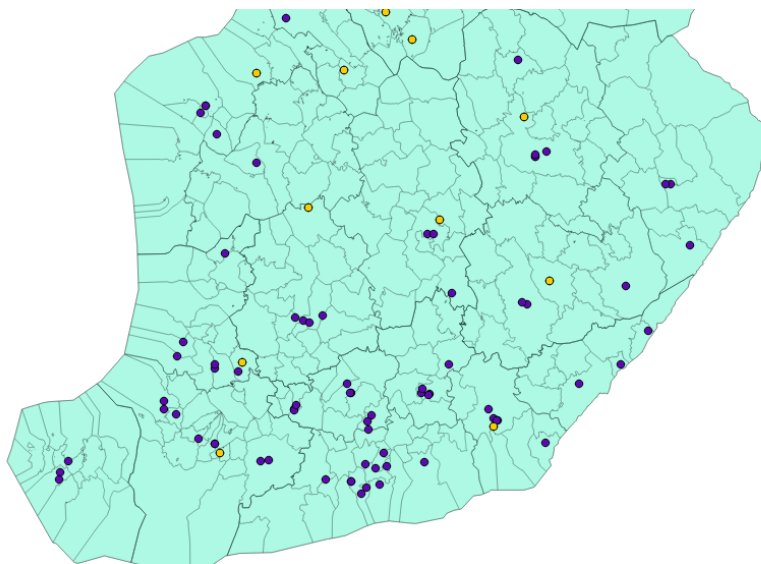


Kuva 3. Huoltoasemien sijainti kartalla. (Lampinen 2017)

Muodostetut 400 km vyöhykkeet kaasuntankkausasemien ympärille muodostavat koko tarkastelualueen kattavan kentän, joten kaasuntankkausasemien etäisyys ei muodosta rajoitteita uusien tankkausasemien perustamiseen tarkastelualueella.

### 5.3 Biokaasulaitokset

Olemassa olevia biokaasulaitoksia tarkasteltiin tässä mallissa lähinnä raaka-ainekilpailun takia. Biokaasulaitosten sijainnit saatiin Hämeen ammattikorkeakoulun opiskelijaryhmän Biokaasuyhdistykselle tekemästä karttapohjasta. Kuvassa 4 on kuvattuna Suomen biokaasuntuotantolaitokset, joista keltaisella on merkittynä maatilakokoluokan laitokset. Nämä laitokset voivat kilpailla raaka-aineista perustettavan maatilakokoluokan laitoksen kanssa.

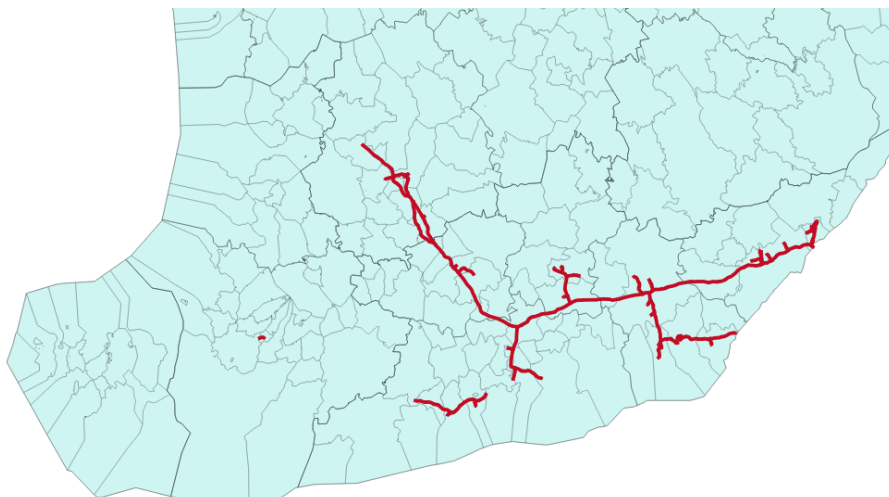


Kuva 4. Biokaasulaitokset karttanäkymässä. (Suomen biokaasuyhdistys 2017.)

### 5.4 Kaasuverkko

Biokaasua voidaan syöttää Gasumin ylläpitämään maakaasuverkkoon, jolloin biokaasun markkinat ovat taatut.

Kaasuverkon materiaali saatiin Maanmittauslaitoksen avoimen paikkatietoaineiston latauspalvelusta. Kaasuverkon karttanäkymä on esitetty kuvassa 5 sivulla 17.



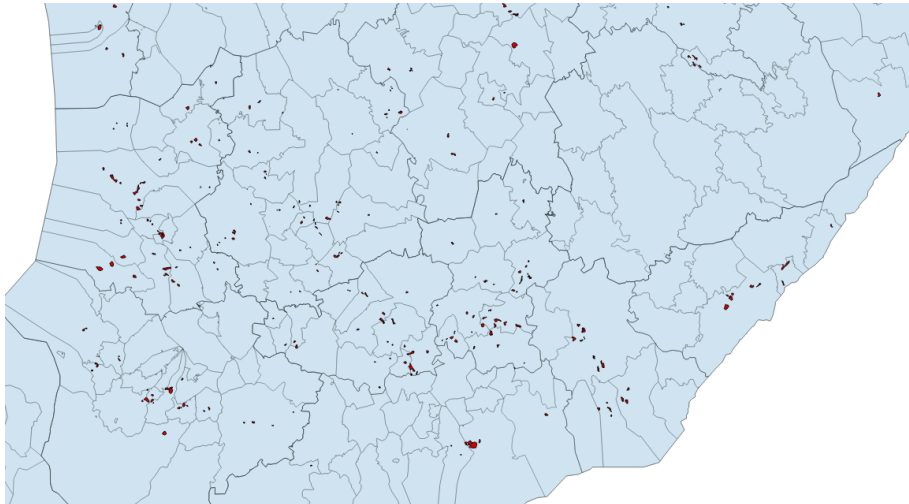
Kuva 5. Kaasuverkon sijainti kartalla. (MML 2017; Maastokartta 1:100 000.)

Valmiin kaasuverkon läsnäololla on ehdottomasti positiivinen vaikutus myyntiin. Gasum rajoittaa rakentamista 30 m lähempänä kaasulinjaa. Kaasulinjasta muodostetaan näin 30 m:n vyöhyke, jonka sisällä Biokaasulaitosta ei voida perustaa. (Gasum 2016.)

Biokaasun syöttämiseksi verkkoon ei ole muita kuin biokaasun laatuun liittyviä rajoituksia, joten kaasuverkon kohdalla joudutaan tarkastelemaan alueiden soveltuvuutta peltopinta-alan mukaan, eli arvioidaan parhaat alueet kapasiteetin mukaan.

## 5.5 Teollisuusalueet

Teollisuusalueet ovat potentiaalisia lämmön ja sähkön kuluttajia, ja siksi tässä mallissa pyritään etsimään sellaisia teollisuusalueita, joilla ei ole kaukolämpölaitosta. Teollisuusalueiden paikkatietoaineisto saatiin Suomen ympäristökeskuksen avoimen paikkatiedon aineistosta. Aineistosta eroteltiin maakuntakaavoissa esiintyvät aluevaraukset omiksi yksiköikseen, joista tässä analyysissä käytetään teollisuus- ja varastoalueita sekä työpaikka-alueita. Kuvassa 6 sivulla 18 on esitetty teollisuusalueet karttanäkymässä.



Kuva 6. Maakuntakaavoissa olevat teollisuusalueet karttanäkymässä. (Syke 2016.)

Kaukolämpölaitosten sijainnit koottiin yhteen aineistoon Energiateollisuus ry:n vuoden 2015 kaukolämpötilastoista. Tilastoista käy ilmi kaukolämpölaitoksen omistama yritys ja laitoksen paikkakunta. Kaukolämpölaitosten tarkka sijainti ja lämpöverkostojen koko eivät ole saatavilla vaan kartta-aineistoon koottiin sijainnit yritysten internetsivujen ja karttatiedustelun avulla. Epäselväksi jääneet kohteet merkattiin mainitun alueen taajamaan. (Energiateollisuus 2016.)

Teollisuusalueiden energiantarve arvioitiin teollisuusalueiden sisältämien rakennusten pinta-alalla. Rakennusten pinta-alat saatiin Maanmittauslaitoksen maastotietokannasta. (MML 2017.)

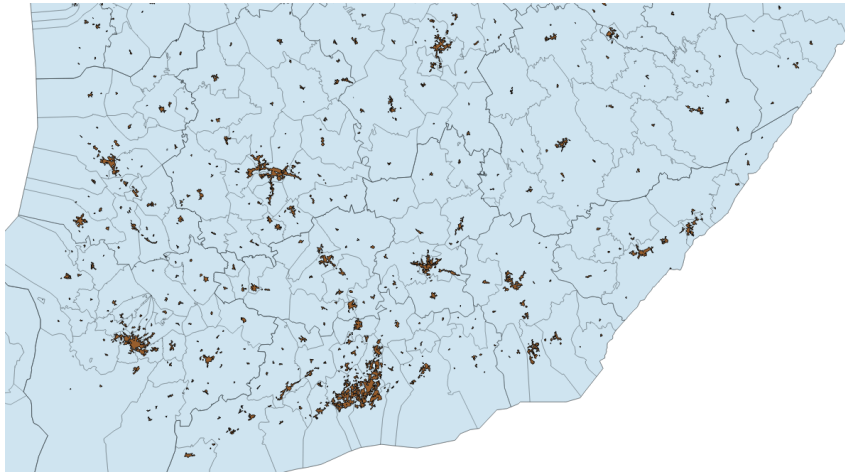
Maastotietokannan rakennuksista valittiin teollisuusalueiden sisällä olevat rakennukset ja laskettiin niiden yhteenlaskettu pinta-ala. Rakennusten pinta-aloista laskettiin energiantarve rakennettua neliötä kohden Motiva Oy:n raportissa Energiatehokas teollisuuskiinteistö mainitulla 110 kWh/m<sup>2</sup>/a. (Motiva n.d.a.)

Virheen lähteitä tässä määrittelyssä on se, että käytetyissä analyyseissä tiedetään ainoastaan teollisuusalueilla olevien rakennusten pinta-alat eikä pystytä huomioimaan rakennuksen kokoa, lämmitysvuotoja tai sitä, että onko rakennus lämmitetty vai ei.

## 5.6 Taajamat

Taajamat muodostavat rajoitteita biokaasulaitoksen sijoittelulle. Biokaasulaitoksesta voi aiheutua lähinnä haju- ja meluhaittoja ympäröivälle asutukselle, ja niistä voi muodostua selkeä sosiaalinen rasite biokaasulaitoksen toiminnalle. Lainsäädännössä ei esitetä ohjeita biokaasulaitoksen etäisyyk-

sille, mutta tässä mallissa käytetään 500 m vyöhykettä taajamien ulkoraajoista, jonka sisäpuolelle laitosta ei voida rakentaa. Kuvassa 7 on esitetty taajamien karttanäkymä.



Kuva 7. Taajamat karttanäkymässä. (Syke 2016)

Taajama-alueita tullaan tarkastelemaan potentiaalisina kaukolämmön osatajina ja siksi taajamia peilataan kaukolämpökeskusten sijainteihin, jotta voidaan määrittää mihin taajamiin voidaan myydä biokaasusta tuotettua lämpöenergiaa.

Taajamissa sijaitsevista rakennuksista tiedetään niiden pohjapinta-ala, jonka perusteella voidaan laskea karkea energiantarve käyttämällä Motiva Oy:n Pientalon lämmitysjärjestelmät -raportissa käyttämää 20 kWh/m<sup>2</sup>. (Motiva n.d.b.)

Tämän tarkastelun puutteita ovat tietämättömyys siitä, ovatko rakennukset lämmitettyjä ja kuinka korkeita rakennukset ovat, tai mikä niiden oikea lämmitystarve on. Motiva Oy antaa raportissaan yleisiä lukuja passiivitaloille 20–30 kWh/m<sup>2</sup> ja vanhemmille rakennuksille jopa 100 kWh/m<sup>2</sup>, joten analyysi ei näiltä osin kerro alueen tarkkaa arvoa mutta avaa alueen suhdetta muihin vastaaviin alueisiin.

## 5.7 Eliminoitavat alueet

Karttapohjasta eliminoidaan alueita, joiden sisälle ei voida perustaa biokaasulaitosta. Tällaisia alueita ovat muun muassa

- Vesistöt
  - Järvet, joet ja pohjavesialueet
- Virkistysalueet
- Suoja-alueet: valmiiksi rakennettu alue ja sen aiheuttama suoja-alue
- Suojelualueet
  - Luonnonsuojelualueet
  - Museoviraston suojelamat alueet.



Suojavyöhykkeiden leveydet on saatu Turvallisuus- ja kemikaaliviraston oppaasta tuotantolaitosten sijoittamisesta, jota tulkitaan tässä tapauksessa varmuusperiaatteen avulla. Tukesin opas ei mainitse suoraa biokaasulaitosten sijoittamiseen liittyvää ohjeistusta, mutta tässä mallissa käytetään mainittuja maksimietäisyyksiä. (Tukes 2015.)

## 6 KARTTA-ANALYYSI

Kartta-analyysin tekemiseen käytettiin referenssinä kahta aikaisempaa tutkimusta, joissa tutkittiin biokaasulaitosten optimaalista sijoittelua.

Höhn, Lehtonen, Rasi & Rintala (2013) käyttivät onnistuneesti paikkatieto-analyysiä määrittämään potentiaalisia biokaasulaitosten sijainteja Etelä-Suomessa. He hakivat suuria biomassan keskittymiä tieverkkojen varsilta. Heidän esimerkkilaskentansa kohdistui kolmeen tiettyyn alueeseen: Turun seutuun, Salon seutuun ja Kymenlaaksoon. He käyttivät ArcGIS ohjelmistoa ja Kernelin tiheysmenetelmää määrittääkseen missä ovat tiheimmät biomassakeskittymät. He käyttivät biomassan kuljetuksen etäisyyksinä 10 – 40 km, joka määrittää potentiaaliset sijainnit ja laitosten kapasiteettia.

Silva, Alcada- Almeida & Dias (2014) tutkivat paikkatieto-ohjelmistoja ja monitavoitteista päätösanalyysiä (MCDA) hyväksikäyttäen biokaasulaitosten optimisijoittelua, kun raaka-aineena käytetään karjanlantaa. He käyttivät ArcGIS ohjelmistoa ja bufferointia määrittääkseen potentiaalisia paikkoja. Sen jälkeen he asettivat 20 kriteeriä, joiden pohjalta sijainteja karsittiin pois. Tällaisia kriteerejä olivat mm. luonnonsuojelukohteet, vesistöjen läheisyys ja liian pitkä etäisyys maa- ja rautateistä. Paikkatietoanalyysin jälkeen he käyttivät MCDA-menetelmää nimeltä ELECTRE TRI, joka on tehty luokitteluongelmien ratkaisemiseen. Tuloksena oli kartta, jossa 318 paikkaa oli arvotettu niiden biokaasutuotannon sopivuuden mukaan.

Tässä opinnäytetyössä suoritettussa analyysissä käytettiin yksinkertaisempia algoritmeja, joilla eliminoitiin ja yhdistettiin alueita systemaattisesti, kunnes päästiin haluttuun tarkkuuteen. Työssä otettiin selvää eri alueiden energiantarvepotentiaalista ja laskettiin niiden tarvitseman raaka-ainekapasiteetin määrä ja raaka-aineen tuotantoon tarvittavan peltopinta-alan määrä.

## 6.1 Energiatarpeen määrittäminen

Energiantarpeen määrittämisessä haluttiin tarkastella lämmitysenergian tarvetta ja kaasuautoille myytävän kaasun tarvetta. Sähköntuotannon kapasiteettia ei lasketa, mutta taulukkoihin tulee maininta, jos kohdealue on suoraan kytköksissä voimalinjaverkostoon. Lisäksi tarkastellaan, missä on suurin potentiaali tuottaa peltobiomassoista biokaasua, kun kaasu myydään suoraan kaasuverkkoon.

Lämmitysenergian tarvetta tarkasteltiin rakennusten pinta-alojen avulla. Karttatasolle tuotiin maakuntakaavoissa kaavoitetut alueet, joista eroteltiin omiksi polygonivektoreikseen teollisuusalueet ja asuinalueet. Molempien polygonien päälle tuotiin rakennusten ääriiviivat osoittava karttataso, josta leikattiin niiden sisälle jäävät rakennukset omaksi tiedostokseen. Kuvassa 8 on kuvattuna teollisuusalue vasemmalla ja asuinalue oikealla sekä niiden sisälle sijoittuvat rakennukset.



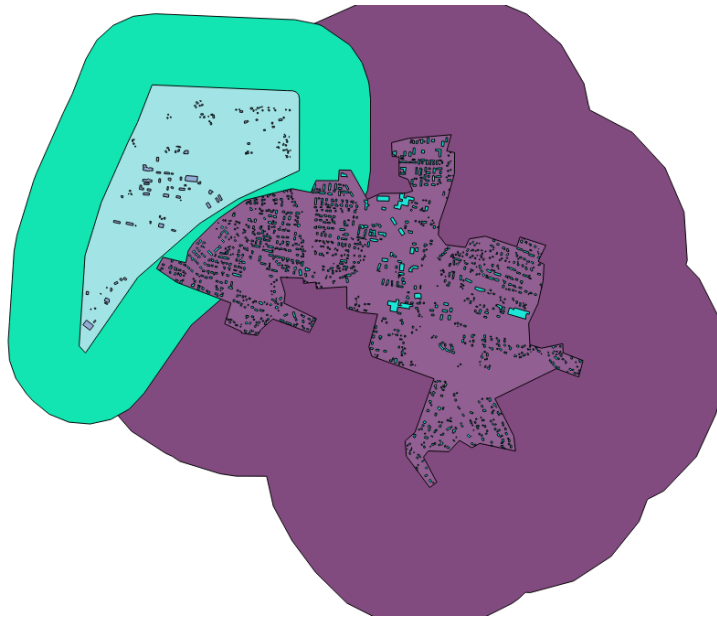
Kuva 8. Teollisuus ja asuinalueiden rakennukset leikattuna.

Rakennusten pinta-ala tiedot sulautettiin teollisuus- ja asuinalueiden tietoihin ja laskettiin yhteen, jolloin teollisuus ja asuinalueiden tiedoissa on vain yksi, – koko alueen rakennetusta pinta-alasta kertova luku.

Teollisuusalueiden rakennetulle pinta-alalle laskettiin niiden tarvitsema lämmitysenergian tarve käyttäen arvoa  $110 \text{ kWh/m}^2/\text{a}$ , ja asuinalueille vastaavasti arvolla  $20 \text{ kWh/m}^2/\text{a}$ .

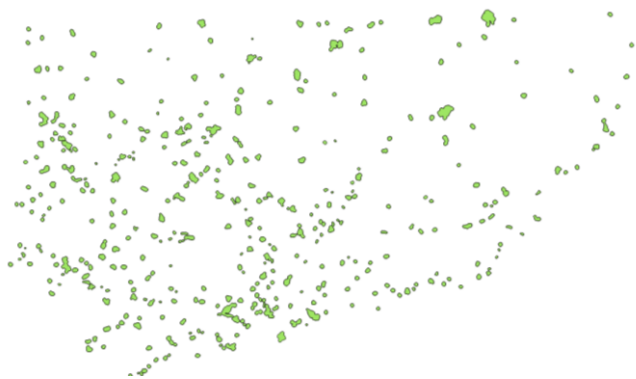
Koska teollisuus- ja asuinalueet muodostavat usein ryhmiä, on mielekästä tarkastella niitä yhtenä alueena. Tässä vaiheessa muodostettiin kyseisten polygonien ympärille vyöhykkeet. Vyöhyketoiminnolla muodostetaan halutun etäisyyden päähän uusi polygonivektori. Koska teollisuusalueiden sisälle voidaan rakentaa biokaasulaitos, muodostettiin niiden ympärille vain

500 m:n vyöhyke, jonka sisään laitoksen voi rakentaa ja asuinalueille vastaavasti 1 000 m:n vyöhyke, jonka sisälle rakentaa ja 500 m; vyöhyke jonka sisälle ei voi rakentaa. 500 m:n vyöhykkeellä pyritään välttämään sosiaalisia haittoja, jotka voivat ilmetä esimerkiksi mahdollisista hajuhaitoista. 500 m:n vyöhykettä ei otettu vielä tässä vaiheessa huomioon, sillä se voi haitata analyysijä. Kuvassa 9 on kuvattuna muodostetut vyöhykkeet suhteessa teollisuus- ja asuinalueisiin.



Kuva 9. Vyöhykkeet suhteessa teollisuus- ja asuinalueisiin.

Muodostuneet polygonivektorit yhdistettiin samaan karttatasoon. Koska tarkoituksena on laskea lämmön tarvetta, poistettiin tässä vaiheessa alueet, joilla on jo valmis kaukolämpöverkosto. Kaukolämpölaitosten ympärille muodostettiin 1 000 m:n vyöhyke ja mallista poistettiin kaikki alueet jotka koskettavat lämpölaitosten vyöhykkeitä. Kuvassa 10 tilanne, kun tarkkailtavia alueita on jäljellä 377.



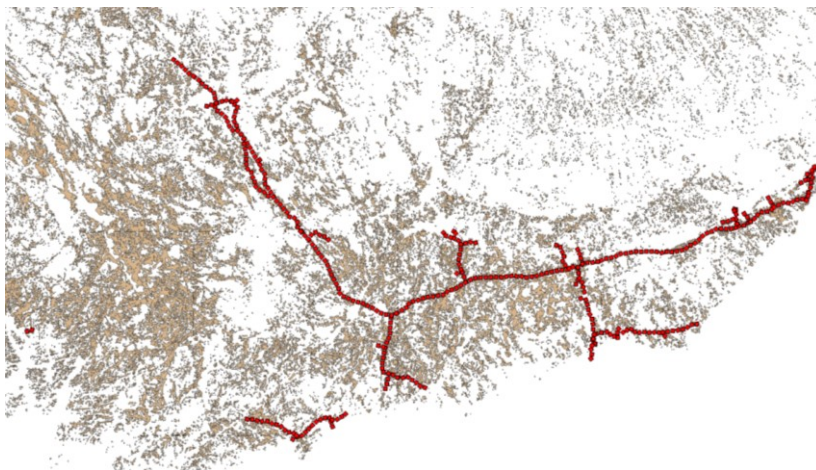
Kuva 10. Yhdistetyt teollisuus- ja asuinalueet ilman kaukolämpöön liitettyjä alueita.

Alueisiin yhdistettiin laskelmat liikennebiokaasun kysynnästä niin, että yhdistettiin alueita leikkaavien teiden liikennemäärät ja laskettiin niistä alueelle energiakysyntä. Saadusta energianmyyntipotentiaalista voidaan laskea, onko mahdollista tuottaa kyseinen määrä energiaa peltobiomassalla tuotetulla biokaasulla.

Laskennan jälkeen alueista karsittiin ylimääräiset alueet pois leikkaamalla eliminoitavat alueet pois tarkastelusta. Tämä ei muuta alueiden lukumäärää mutta mahdollistaa mikrosijoittelun tarkastelun tulevaisuudessa.

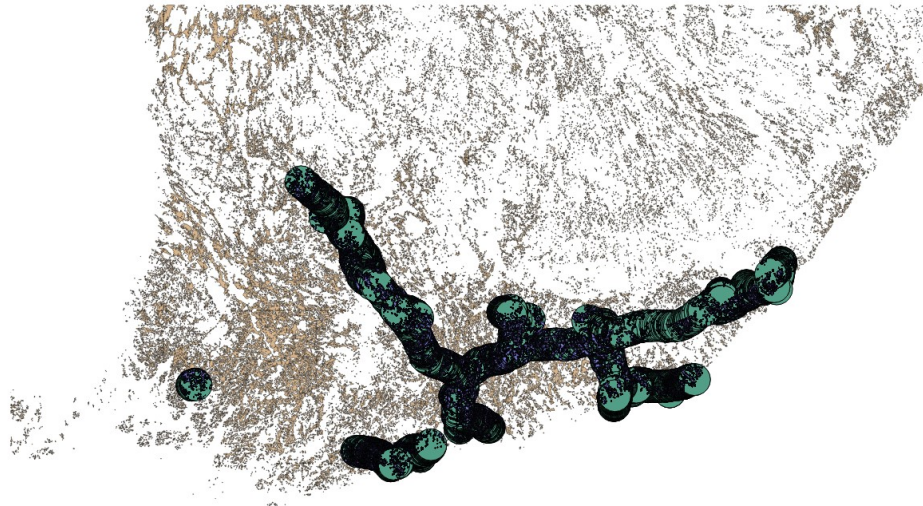
## 6.2 Kaasuverkon analyysi

Kaasuverkolle ei ole annettu ehdotonta enimmäismäärää, joka voidaan syöttää laitoksesta verkkoon. Siksi tässä mallissa tarkastellaan alueita kaasulinjan vieressä, joilla on mahdollisimman suuri määrä peltoaluetta jolla tuottaa kaasun raaka-ainetta. Kuvassa 11 on näytetty kaasuverkoston päälinja ja peltoalueet.

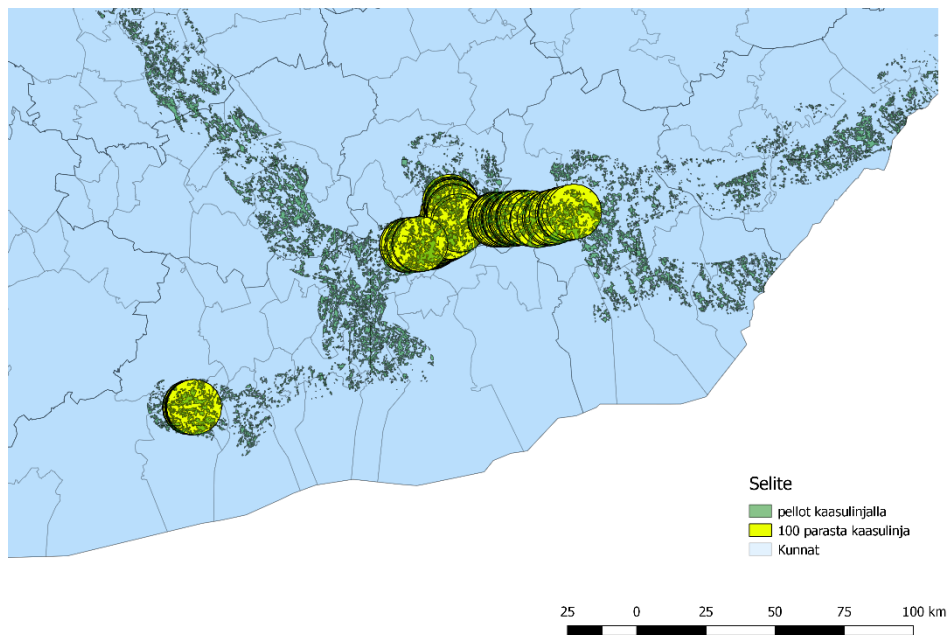


Kuva 11. Kaasuverkko ja peltoalueet.

Kaasulinja on viivavektoritiedosto. Ensimmäisessä vaiheessa viivavektoreista muodostettiin pistevektoreita, joiden ympärille muodostettiin 10km:n vyöhykkeet. Näiden vyöhykkeiden sisällä olevista peltoalueista laskettiin niiden pinta-alat ja pinta-alat lisättiin kunkin vyöhykkeen tietueeseen. Kuvassa 12 sivulla 24 on näytettynä pisteistä tehdyt 10 km:n vyöhykkeet ja niiden sisältämät peltoalueet. Kuvassa 13 sivulla 24 on kuvattuna 100 parasta aluetta, jotka on valittu 2 733 kohteesta.



Kuva 12. Kaasulinjan pisteiden 10 km:n vyöhykkeet.



Kuva 13. Peltopinta-alan mukaan 100 parasta aluetta.

### 6.3 Kapasiteetin määrittäminen

Alueita vertaillaan keskenään niiden yhteenlaskettujen energiantarpeiden mukaan. Energiantarve muodostuu teollisuusalueiden ja asuntoalueiden rakennusten energiantarpeesta ja liikennekäyttöön myytävän kaasun myyntipotentiaalista.

Jokaisesta syntyneestä alueesta saadaan muodostettua arvio siitä, kuinka paljon peltopinta-alaa tarvitaan kyseisen energiamäärän tuottamiseen. Tarvittavan peltopinta-alan laskentaan käytetään esimerkkiä, jossa kaasu

tuotetaan nurmella. Nurmi tuottaa biomassaa 16 t/ha ja sen VS-pitoisuus on 34 %. Nurmesta saadaan 270 m<sup>3</sup>/CH<sub>4</sub>/tVS. 16 t:sta nurmea saadaan noin 1469 m<sup>3</sup>/CH<sub>4</sub>, joka tarkoittaa energia arvoltaan 14,7 MWh eli hehtaari nurmea tuottaa 14,7 MWh:a energiaa. (Marttinen, Tampio, Sinkko, Timonen, Luostarinen, Grönroos & Manninen 2015, 13–16.)

Kunkin alueen keskipisteen ympärille muodostettiin 10 km:n halkaisijaltaan oleva vyöhyke, jonka sisällä on oltava riittävästi peltopinta-alaa. Jos alueella ei ole riittävästi pinta-alaa niin alue hylättiin. Koska ei voida olettaa, että kaikkea peltopinta-alaa saadaan valjastettua raaka-aineen tuotantoon, tuplattiin tarvittavan peltopinta-alan määrä.

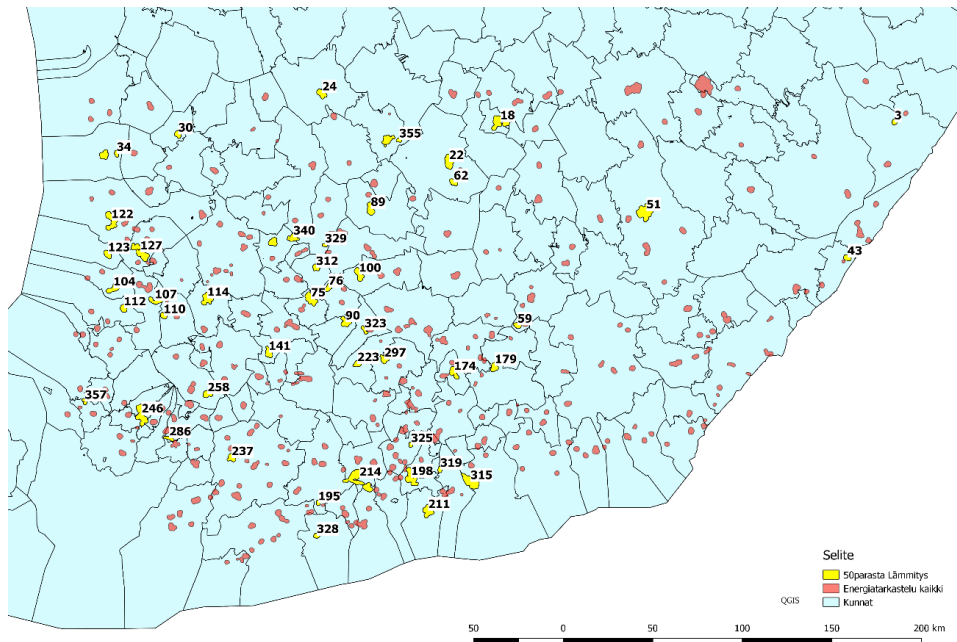
## 7 TULOKSET JA NIIDEN TARKASTELU

Lämmitysenergian osalta koko aineiston (Liite 2) tilastolliset tunnusluvut on listattu taulukkoon 3.

Taulukko 3. Koko aineiston lämmitysenergiatarpeen tilastolliset tunnusluvut

Lämmitysenergian tarve (MWh)	
Keskiarvo	4 712,8
Keskihajonta	8 880,2
Min	7,0
Alakvartiili	653,0
Mediaani	1 446,0
Yläkvartiili	224,6
Max	71 505,0
Havaintoja(n)	377,0

Liitteessä 3 on taulukoitu 50 parasta aluetta lämmitysenergian tarpeen määrässä. Alueet on esitetty karttamuodossa kuvassa 14.



Kuva 14. 50 parasta aluetta lämmitysenergian mukaan.

Suurimmat lämmitystarvealueet sijaitsevat suurien kaupunkien läheisyydessä ja valtateiden varsien kaupungeissa. Suurin lämmityspotentiaali on taulukon mukaan id numerolla 214 eli Vihdin keskusta. Listassa toisena on

Porvoon Kilpilahti - id 315, jossa on myös riittävästi peltopinta-alaa kaasuntuottoon, mutta tarkemmalla tarkastelulla huomaa, että suurin osa rakennetusta pinta-alasta Kilpilahden alueella on varastoja ja säiliöitä, joilla ei todennäköisesti ole oikeaa lämmitysenergian tarvetta. Monet tämän listauksen sijainneista voivat olla Kilpilahden kaltaisia alueita, jolla on laaja pinta-alaisia rakennuksia tai, joissa on kaukolämpökeskus, jota ei ole listattu karttaan tai Energiateollisuuden kaukolämpötilastoihin.

Kuvassa 14 olevista 50 suurimmasta alueesta 10:ssä ei ole riittävästi peltopinta-alaa tarvittavan kaasumäärän tuottamiseen. Valituista alueista 47:llä lämmitysenergian tarve on yli 10 000 MWh.

### Liikenteen tarvitsema energia

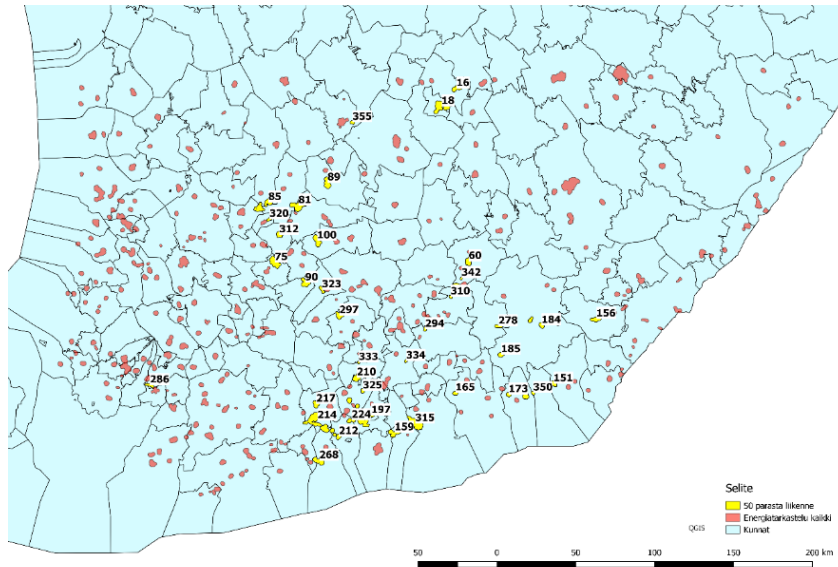
Liikenteen tarvitseman energian osalta koko aineiston (Liite2) tilastolliset tunnusluvut on listattu taulukkoon 4.

Taulukko 4. Koko aineiston liikenteen energiantarpeen tilastolliset tunnusluvut

Liikenteen energiantarve (MWh)	
Keskiarvo	278,3
Keskihajonta	880,3
Min	0,0
Alakvartiili	13,0
Mediaani	61,8
Yläkvartiili	4 876,0
Max	12 877,8
Havaintoja(n)	377

Liitteessä 4 on taulukoitu 50 parasta aluetta Liikenteen tarvitseman energian määrässä kuva 15 sivulla 28.





Kuva 15. 50 parasta aluetta liikenteen tarvitseman energiamäärän mukaan.

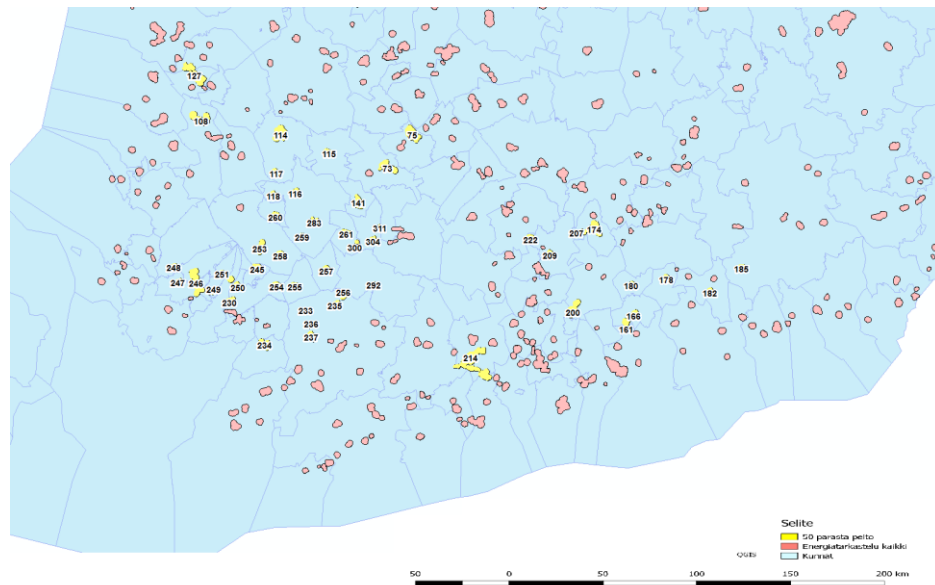
Liikenteen tarvitseman biokaasun määrän 50 parasta aluetta sijoittuivat pääkaupunkiseudulle ja Tampereelle ja niitä yhdistävän valtatie 3:n alueelle. Tietarkastelussa on monia epävarmuuslähteitä ja saatujen tulosten pohjalta ei voi suositella tekemään johtopäätöksiä. Tulokset antavat kuitenkin materiaaalipohjan, jonka avulla voi muodostaa arvioita liikennebiokaasun myynnistä alueilla. Kolme suurinta aluetta ovat pääkaupunkiseudulla Vihdissä, Vantaalla ja Helsingissä.

### Peltopinta-ala

Peltopinta-alan määrän osalta koko aineiston (Liite2) tilastolliset tunnusluvut on listattu taulukkoon 5. Peltojen pinta-ala (ha) 10km säteellä tilastolliset tunnusluvut

Peltojen pinta-ala (ha) 10km säteellä	
Keskiarvo	8605,2
Keskihajonta	5 406
Min	193,5
Alakvartiili	4 301
Mediaani	7 379
Yläkvartiili	12 078
Max	26 626
Havaintoja(n)	377

Liitteessä 5 on taulukoitu 50 parasta aluetta peltopinta-alan määrässä kuva 16.



Kuva 16. 50 parasta aluetta peltopinta-alan mukaan.

Peltopinta-alan mukaan parhaat alueet sijoittuivat lähes kaikki Varsinais-Suomeen ja Kanta-Hämeeseen sekä joitain alueita Kymenlaaksoon. Suurin peltoalakeskittymä löytyy Humpilan keskustaajaman alueelta, jota ympäröivät laajat peltoalueet.

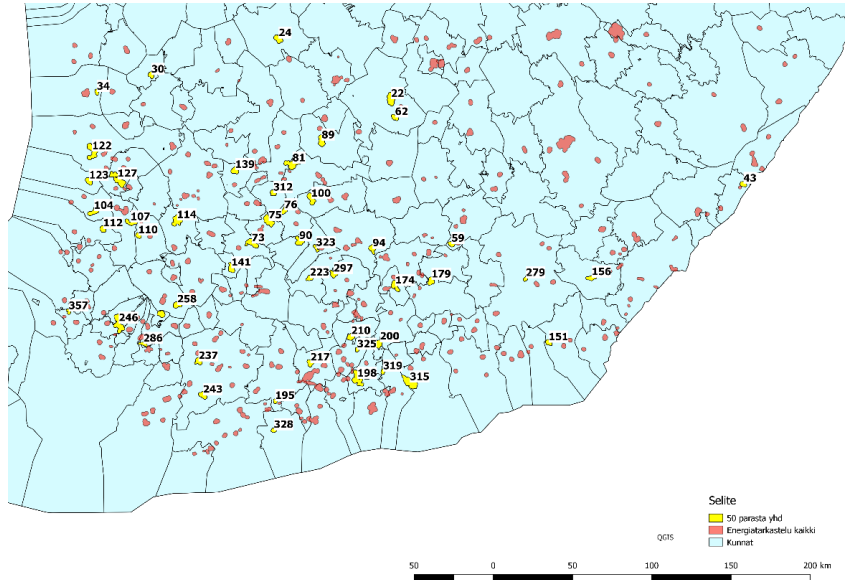
### Yhteenlasketun energiantarve

Yhteenlasketun energiantarpeen osalta koko aineiston (Liite2) tilastolliset tunnusluvut on listattu taulukkoon 6.

Taulukko 5. Yhteenlasketun energiantarpeen tilastolliset tunnusluvut

Yhteenlaskettu energiantarve (MWh)	
Keskiarvo	4991,1
Keskihajonta	9347,7
Min	43,0
Alakvartiili	331,5
Mediaani	1642,0
Yläkvartiili	777,5
Max	82054,0
Havaintoja(n)	377

Liitteessä 6 on taulukoituna parhaat alueet yhteenlasketun lämmitysenergian ja liikenne-energian mukaan. Lisäksi listasta on otettu pois alueet joiden läheisyydessä ei ole tarvittavaa määrää peltopinta-alaa. Tämä tarkastelu on esitetty kuvassa 17.



Kuva 17. 50 parasta paikkaa yhteenlasketulla Lämmitys- ja liikenne-energialla.

Yhteenlasketun energiamäärän tarkastelussa alueet sijoittuvat suurilta osin samoin kuin lämmitysenergian osalta painottuen Turun, Porin, Tampereen ja Helsingin ja niitä yhdistävien valtateiden varsille.

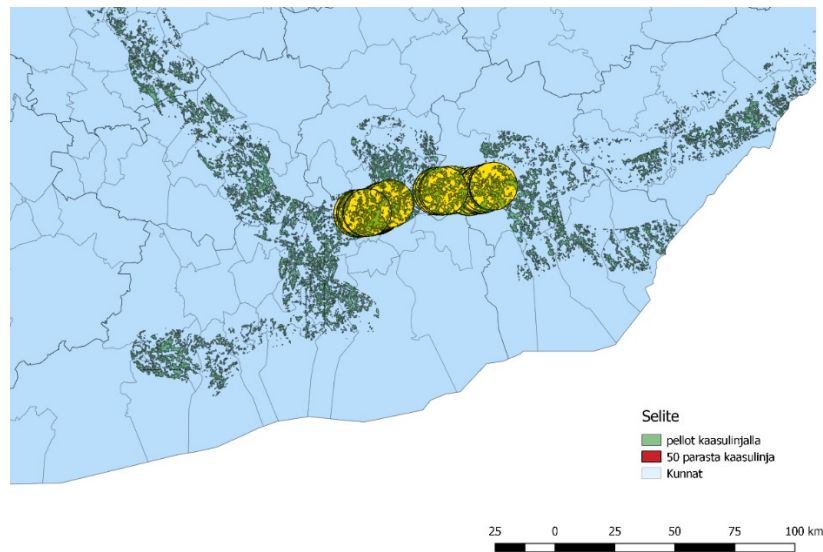
### Kaasulinjat

Kaasulinjan peltojen pinta-alan sadan parhaan alueen koko aineiston (Liite 2) tilastolliset tunnusluvut on listattu taulukkoon 7.

Taulukko 6. 100:n parhaan kaasulinjan varrelta valittujen pisteiden tilastolliset tunnusluvut

Kaasulinjan peltojen pinta-ala (ha)	
Keskiarvo	11741
Keskihajonta	503
Min	11084
Alakvartiili	11259
Mediaani	11676
Yläkvartiili	12242
Max	12628
Havaintoja(n)	100

Liitteessä 7 on taulukoitu 50 parasta aluetta kaasuverkon varrelta, joissa on eniten peltopinta-alaa. Tämä tarkastelu on esitetty kuvassa 18.

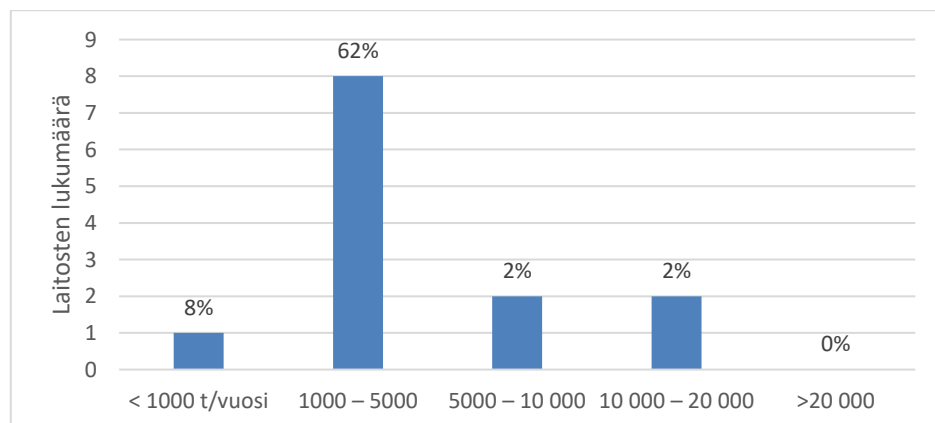


Kuva 18. 50 parasta aluetta kaasuverkon varrelta.

Suurimmat peltokeskittymät sijaitsevat hyvin kapealla alueella Itä-Uudellamaalla ja Kymenlaaksossa. Parhaimmilla alueilla peltoala on 41 % kymmenen kilometrin halkaisijaltaan olevista alueista.

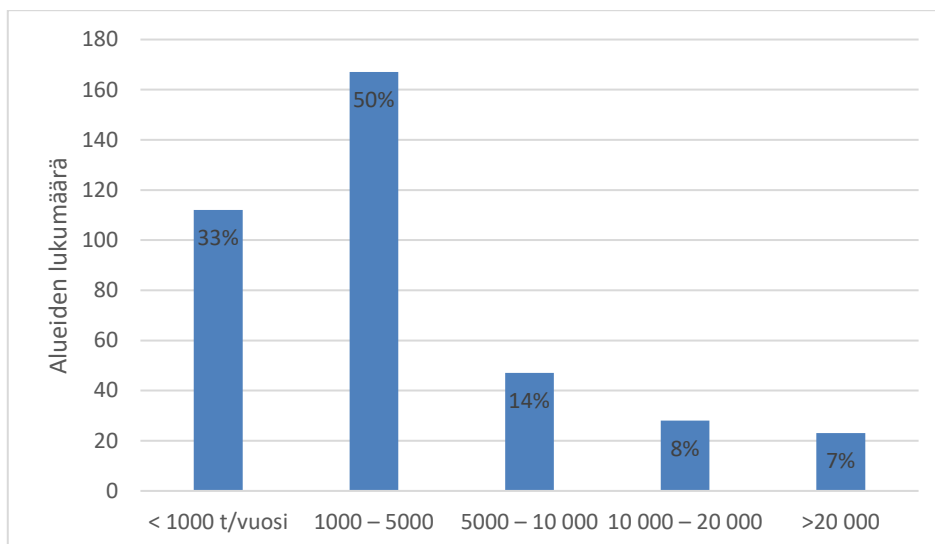
### Tulosten vertailu olemassa oleviin biokaasulaitoksiin

Tässä opinnäytetyössä saatuja tuloksia voidaan verrata Suomessa toimiviin biokaasulaitoksiin, jotka käyttävät raaka-aineenaan maatalouden biomassoja. Kuvassa 19 on esitetty Suomessa olevien maaseudun raaka-aineita käyttävien laitosten jakauma niiden kapasiteetin perusteella.



Kuva 19. Olemassa olevien maatalouden biomassoja hyödyntävien laitosten jakautuminen luokkiin tuotantokapasiteetin mukaan. (Suomen biokaasuyhdistys 2017.)

Tarvittavasta peltopinta-alasta saadaan laskettua laitoksen vuodessa käsittelemän biomassan määrä. Kuvaan 20 on luokiteltu tässä opinnäytetyössä tarkasteltujen alueiden yhteenlasketun energiantarpeen vaatiman pelto-biomassan määrä.



Kuva 20. Tarkastelualueet yhteenlasketun energiantarpeen vaatiman pelto-biomassan mukaan luokitteluasteikossa.

Kuvaajia vertaamalla nähdään, että niin olemassa olevissa kuin tämän analyysin malleissa 1 000 t/a – 5 000t/a lohko erottuu suurimpana 62 %:n ja 50 %:n osuuksilla. Toteutuneet laitokset sijaitsevat siis suurilta osin sellaisessa kokoluokassa johon on myös tämän analyysin pohjalta suurin potentiaali.

Biomassan määrässä kiinnostava raja-arvo on 20 000 tonnia. Laitokset jotka käsittelevät 20 000 isompia määriä ovat YVA-menettelyn piirissä ja 20 000 tonnia vähemmän käsittelevät laitokset tarvitsevat ainoastaan ympäristöluvan. Nurmi tuottaa biomassaa 16 t/ha (Marttinen ym. 2015, 13.), jonka mukaan tässä analyysissä on laskettu kapasiteetit luvussa 6.3. 20 000 tonnin rajan ylittää 23 peltomassaltaan isointa laitosta eli ainoastaan noin 6 % 377 laitoksesta. Tuon luvun ylittävien laitosten määrä muuttuu, jos käytetään eri syötemateriaaleja.

Alueet 5 000–10 000 ja 10 000–20 000 ovat biokaasun tuotannon kannalta mielenkiintoisia, sillä ne ovat suurempia kuin valtaosa olemassa olevista laitoksista ja ne ovat alle 20 000 tonnin YVA-ajan. Niissä voidaan olettaa olevan merkittävä hyödyntämätön potentiaali.

Jos tiedettäisiin mistä mikäkin biokaasulaitos on kerännyt raaka-aineensa, voitaisiin laskennallisesti validoida tämän opinnäytetyön kartta-analyysiä vertaamalla biokaasulaitoksen käyttämään hehtaarimäärää ja analyysin tuloksia.

## 8 JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA

Tämän opinnäytetyön tarkoitus oli löytää parhaat sijainnit biokaasulaitoksille, jotka käyttävät raaka-aineenaan maanviljelyksestä saatavia jakeita. Kaikki analysoidut alueet on esitetty karttamuodossa liitteessä 8. Tulokset eroteltiin kunkin energiavuon kannalta erikseen ja yhdessä, jotta tässä opinnäytetyössä suoritettu analyysi palvelisi mahdollisimman monen tahon intressejä.

Opinnäytetyö onnistui tuomaan eroja alueiden välille ja antamaan näkemyksen siitä, mistä sopivaa sijaintia kannattaa lähteä etsimään. Tämän työn tulokset eivät kuitenkaan anna tarkkaa kuvaa alueiden paremmuusjärjestyksestä, sillä tarkastelussa käytetyissä materiaaleissa on runsaasti epävarmuustekijöitä. Käytetty paikkatieto-ohjelma Qgis osoittautui haasteelliseksi, sillä monet ohjelman työkaluista eivät toimineet odotetulla tavalla tai ollenkaan, jolloin ratkaisuja haettiin soveltavien työkalujen kautta, mikä oli työlästä ja aikaa vievää. Käytetyillä menetelmillä päästiin kuitenkin halutun laajuiseen lopputulokseen.

Vaikkei tämän opinnäytetyön tuloksilla voida suoraan tehdä investointipäätöksiä, tätä analyysia voidaan viedä pidemmälle tarkentamalla tarkastelua poimittuihin alueisiin. Tarkentamalla lähtödataa voidaan korjata tämän mallin selkeitä puutteita, kuten rakennusten lämmitetyn kuutiomäärän tarkennus, mahdollisten olemassa olevien lämmityslaitosten- ja lämpöverkkojen sijainnit, sekä peltojen kiinteistöjaotusta ja pinta-aloja. Myös mahdollisten eläintilojen sijaintien selvittäminen kuuluisi tarkempaan tarkasteluun.

Edellä mainituilla lisätoimenpiteillä voitaisiin tuottaa jo riittävä varmuus jonkin alueen energian tuotanto- ja myyntikapasiteetista, jotta voitaisiin aloittaa neuvottelut eri tahojen kanssa. Tämä opinnäytetyö ei tarjoa tarkkaa sijaintia biokaasulaitokselle, mutta työstetyllä materiaalilla pystytään tekemään tarvittava mikromallinnus, jossa suunnitellaan biokaasulaitoksen tarkka sijainti ja lasketaan sen tarvitsema peltoalue.

## LÄHTEET

Cheng, J. (2010). *Biomass to Renewable Energy Processes*. Boca Raton: Taylor and Francis Group.

Digiroad. (2015). *Tieliikennemäärät*. Liikennevirasto. Aineisto on ladattu Liikenneviraston katselu- ja latauspalvelusta 25.1.2017 lisenssillä CC 4.0 BY.

<https://extranet.liikennevirasto.fi/extranet/web/public/latauspalvelu>

Energiateollisuus ry. (2016). *Kaukolämpötilasto 2015*. Haettu 12.4.2017 osoitteesta.

[http://energia.fi/files/1185/Vuositaulukot15\\_netti.xls](http://energia.fi/files/1185/Vuositaulukot15_netti.xls).

Evira. (2016). *Lannoitevalmistelaitosten hyväksyntä*. Internetsivut. Viitattu 16.11.2016 osoitteesta

<https://www.evira.fi/kasvit/viljely-ja-tuotanto/lannoitevalmisteet/laitos-hyvaksynta/>

Gasum. (2016). *Luvat maankäyttöön kaasuputken alueella*. Haettu 20.1.2017 osoitteesta

<https://www.gasum.com/Yrityksille/palvelut-ja-luvat/luvat-maan-kayttoon/>

Huttunen, J. & Kuittinen, V. (2016). *Suomen biokaasulaitosrekisteri n:o 19*. Joensuu. University of Eastern Finland. Haettu 2.12.2016 osoitteesta

<http://www.biokaasuyhdistys.net/wp/wp-content/uploads/2016/04/Bio-kaasulaitosrekisteri2015.pdf>

Höhn, J. Lehtonen, E. Rasi, S. & Rintala, J. (2013) *A Geographical Information System (GIS) based methodology for determination of potential biomasses and sites for biogas plants in southern Finland*. MTT Agrifoods Research Finland. Jokioinen. Applied Energy. Volume 113. Pages 1 – 10. Viitattu 2.12.2016. Haettu: ScienceDirect tietokanta.

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0306261913005710>

Jantunen, J. & Hokkanen, P. (2010). *YVA-lainsäädännön toimivuusarviointi. Suomen ympäristö*. Haettu 2.12.2016. Osoitteesta:

[https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/37983/SY\\_18\\_2010\\_YVA-lainsaadannon\\_toimivuusarviointi.pdf?sequence=1](https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/37983/SY_18_2010_YVA-lainsaadannon_toimivuusarviointi.pdf?sequence=1)

Dioha, I. J. Ikeme, C.H. Nafi'u, T. Soba, N.I & Yusuf, M.B.S. (2013). *Effect of carbon to nitrogen ratio on biogas production*. Energy comission of Nigeria. International Reaserch Journal of Natural Sciences Vol. 1 No. 3, pp.1 - 10, September 2013. Haettu 28.4.2017 osoitteesta

<http://www.eajournals.org/wp-content/uploads/EFFECT-OF-CARBON-TO-NITROGEN-RATIO-ON-BIOGAS-PRODUCTION.pdf>

Kuikka, E. (2006). *Teknis-taloudellinen selvitys biokaasupotentiaaleista Seinäjoen seudulla*. Jyväskylän yliopisto. Bio- ja ympäristötieteiden laitos. Pro Gradu tutkielma. Haettu 24.4.2017 osoitteesta  
[http://www.biokaasuyhdistys.net/docs/Gradu\\_Essi-Kuikka.pdf](http://www.biokaasuyhdistys.net/docs/Gradu_Essi-Kuikka.pdf)

Kymäläinen, M. (2015). *Biokaasuteknologia Raaka-aineet, prosessointi ja lopputuotteiden hyödyntäminen*. Hämeenlinna. Hämeen ammattikorkeakoulu HAMK. Haettu 2.12.2016 osoitteesta  
<http://www.biokaasuyhdistys.net/wp/wp-content/uploads/2016/04/Bio-kaasulaitosrekisteri2015.pdf>

Lampinen, A. (2017). *Biogaasun tankkauspaikat Suomessa*. CBG100 Suomi. Haettu 26.1.2017. Osoitteesta  
[https://www.google.com/maps/d/viewer?mid=1\\_fPnp5j\\_5rJEftpfdm-Qhwd0LL6Y&ll=61.82485801074366%2C25.479169791883805&z=7](https://www.google.com/maps/d/viewer?mid=1_fPnp5j_5rJEftpfdm-Qhwd0LL6Y&ll=61.82485801074366%2C25.479169791883805&z=7)

Latvala, M. (2009). *Biokaasun tuotanto suomalaisessa toimintaympäristössä*. Suomen ympäristö 24/2009. Haettu 28.4.2017 osoitteesta  
[http://www.bionova.fi/sites/default/files/sy\\_24\\_2009.pdf](http://www.bionova.fi/sites/default/files/sy_24_2009.pdf)

Lehtomäki, A. Paavola, T. Luostarinen, S. & Rintala, J. (2007). *Biokaasusta energiaa maatalouteen - Raaka-aineet, teknologiat ja lopputuotteet*. Jyväskylän yliopiston Bio- ja ympäristötieteiden laitoksen tiedonantoja 85. Haettu 23.4.2017 osoitteesta  
<https://jyx.jyu.fi/dspace/bitstream/handle/123456789/47694/978-951-39-3075-2.pdf?sequence>

Liikennevirasto. (2012). *Henkilöliikennetutkimus*. Haettu 14.3. 2017. Osoitteesta  
[http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf3/lr\\_2012\\_henkiloliikennetutkimus\\_web.pdf](http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf3/lr_2012_henkiloliikennetutkimus_web.pdf)

Luostarinen, S. (2015). Teoksessa: *Biokaasuteknologia Raaka-aineet, prosessointi ja lopputuotteiden hyödyntäminen*. Hämeenlinna. Hämeen ammattikorkeakoulu HAMK. Haettu 2.12.2016 osoitteesta  
<http://www.biokaasuyhdistys.net/wp/wp-content/uploads/2016/04/Bio-kaasulaitosrekisteri2015.pdf>

Maantielaki 2005/503. Haettu 25.1.2017 osoitteesta  
<http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2005/20050503>



Marttinen. S, Tampio. E, Sinkko. T, Timonen. K, Luostarinen. S, Grönroos. J & Manninen, K. (2015). *Biokaasulaitokset- syötteistä lopputuotteisiin*. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 14/2015. Luonnonvarakeskus, Haettu 24.4.2017 osoitteesta

[https://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/485744/luke-luobio\\_14\\_2015.pdf?sequence=4](https://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/485744/luke-luobio_14_2015.pdf?sequence=4)

Metener. (2016). *Vaikkeasti hyödynnettävien maatalouden sivutuotteiden ravinteet ja energian käyttöön – Loppuraportti*. Metener OY. Haettu 25.4.2017 osoitteesta

<http://bit.ly/2pvPo0V>

MML. (2017). *Avoimien aineistojen tiedostopalvelu*. Aineisto ladattu Maanmittauslaitoksen avoimien aineistojen tiedostopalvelusta 26.1.2017 lisenssillä CC 4.0 BY. osoitteesta

<https://tiedostopalvelu.maanmittauslaitos.fi/tp/kartta>

MML. (n.d.). *ETRS 89 koordinaattijärjestelmä käyttöön*. Haettu 23.3.2017 osoitteesta

[http://maanmittauslaitos.fi/sites/maanmittauslaitos.fi/files/old/ETRS89koordinaattijarjestelma\\_kayttoon.pdf](http://maanmittauslaitos.fi/sites/maanmittauslaitos.fi/files/old/ETRS89koordinaattijarjestelma_kayttoon.pdf)

Motiva. (n.d.a). *Energiatehokas teollisuuskiinteistö*. Haettu 15.3.2017 osoitteesta

[http://www.motiva.fi/files/5847/Energiatehokas\\_teollisuuskiinteisto.pdf](http://www.motiva.fi/files/5847/Energiatehokas_teollisuuskiinteisto.pdf)

Motiva. (n.d.b). *Pientalon lämmitysjärjestelmät*. Haettu 15.3.2017 osoitteesta

[http://www.motiva.fi/files/2701/Pientalon\\_lammitysjarjestelmat.pdf](http://www.motiva.fi/files/2701/Pientalon_lammitysjarjestelmat.pdf)

Motiva. (2013). *Biokaasun tuotanto maatilalla*. Haettu 27.4.2017 osoitteesta

[https://www.motiva.fi/files/6958/Biokaasun\\_tuotanto\\_maatilalla.pdf](https://www.motiva.fi/files/6958/Biokaasun_tuotanto_maatilalla.pdf)

Pakarinen, O. (2015). Teoksessa: *Biokaasuteknologia Raaka-aineet, prosessointi ja lopputuotteiden hyödyntäminen*. Hämeenlinna. Hämeen ammattikorkeakoulu HAMK. Haettu 2.12.2016 osoitteesta

<http://www.biokaasuyhdistys.net/wp/wp-content/uploads/2016/04/Biokaasulaitosrekisteri2015.pdf>

Proagria (n.d.). *Maatalouden biomassat biokaasulaitoksessa*. ProAgria hankekulkaisut sarja. Haettu 27.4.2016 osoitteesta

[https://www.proagria.fi/sites/default/files/attachment/maatalouden\\_biomassat\\_biokaasulaitoksessa\\_opas\\_s.pdf](https://www.proagria.fi/sites/default/files/attachment/maatalouden_biomassat_biokaasulaitoksessa_opas_s.pdf)

Rakennuslupa. (n.d.). *Rakennuslupa*. Haettu 27.4.2017 osoitteesta

<http://www.rakennuslupa.fi/>

Ramboll. (2011). *Selvitys ilmailun asettamien rajoitusten vaikutuksesta tuulivoimahankkeiden toteuttamismahdollisuuksiin*. Energiateollisuus ry & Suomen tuulivoimayhdistys ry. Haettu 25.1.2017 osoitteesta [http://188.117.57.25/sites/default/files/selvitys\\_lentopaikkojen\\_aiheuttamista\\_rajoituksista\\_tuulivoimalle.pdf](http://188.117.57.25/sites/default/files/selvitys_lentopaikkojen_aiheuttamista_rajoituksista_tuulivoimalle.pdf)

Silva, S. Alcada- Almeida, L. & Dias, L. (2014). Biogas plants site selection integrating Multicriteria Decision Aid methods and GIS techniques: A case study in a Portuguese region. *Biomass and Bioenergy*. Volyme 71. Sivut 58 – 68. ScienceDirect tietokanta. Haettu 2.12.2016 osoitteesta <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0961953414004814>

Skoda. (2016). *ŠKODA Octavia G-TEC ja ŠKODA Octavia Combi G-TEC*. Haettu 14.3.2017 osoitteesta <http://www.skoda.fi/mallisto/octavia-g-tec>

Suomen biokaasuyhdistys. (2017). *Suomen biokaasulaitokset*. Paikkatietoaineisto. Haettu 12.4.2017 osoitteesta <http://www.biokaasuyhdistys.net/>

SYKE. (2016). *Valtakunnallinen maakuntakaavapaikkatietokanta*. Ladattavat paikkatietoaineistot. Suomen ympäristökeskus. Haettu 26.1.2017 lisenssillä CC 4.0 BY. osoitteesta [http://www.syke.fi/fi-FI/Avoin\\_tieto/Paikkatietoaineistot](http://www.syke.fi/fi-FI/Avoin_tieto/Paikkatietoaineistot)

TEM. (2016). *Valtioneuvoston selonteko kansallisesta energia ja ilmastostrategiasta vuoteen 2030*. Teollisuusministeriö. haettu 2.12.2016 osoitteesta <http://tem.fi/documents/1410877/2148188/Kansallinen+energia-+ja+ilmastostrategia+vuoteen+2030+24+11+2016+lopull.pdf/a07ba219-f4ef-47f7-ba39-70c9261d2a63>

Trafi. (2017). *Ajoneuvotilastot*. Liikennekäytössä olevat henkilöautot. Haettu 31.12.2016 osoitteesta [http://trafi2.stat.fi/PXWeb/pxweb/fi/TraFi/TraFi\\_Liikennekaytossa\\_olevat\\_ajoneuvot/030\\_kanta\\_tau\\_103.px/?rxid=593b41b6-013e-44af-8bc2-747939dd5f6c](http://trafi2.stat.fi/PXWeb/pxweb/fi/TraFi/TraFi_Liikennekaytossa_olevat_ajoneuvot/030_kanta_tau_103.px/?rxid=593b41b6-013e-44af-8bc2-747939dd5f6c)

TTY. (2011). *Voimajohtojen sähkö- ja magneettikentät*. Tampereen teknillinen yliopisto. Ympäristöterveys. Haettu 27.4.2017 osoitteesta [http://www.fingrid.fi/fi/verkkohankkeet/voimajohtoliitteet/Ymp%C3%A4rist%C3%B6-%20ja%20Turvallisuusosiot/Tamp\\_yo\\_magnkentat2011.pdf](http://www.fingrid.fi/fi/verkkohankkeet/voimajohtoliitteet/Ymp%C3%A4rist%C3%B6-%20ja%20Turvallisuusosiot/Tamp_yo_magnkentat2011.pdf)

Tukes. (2015). *Tuotantolaitosten sijoittaminen*. Turvallisuus- ja kemikaalivirasto. Haettu 30.1.2017 osoitteesta

[http://www.tukes.fi/Tiedostot/kemikaalit\\_kaasu/Tuotantolaitosten\\_sijoittaminen\\_2015.pdf](http://www.tukes.fi/Tiedostot/kemikaalit_kaasu/Tuotantolaitosten_sijoittaminen_2015.pdf)

Ymparisto. (2015). *Hankkeiden YVA-menettely*. Haettu 2.12.2016 osoitteesta

[http://www.ymparisto.fi/fi-fi/Asiointi\\_luvat\\_ja\\_ymparistovaikutusten\\_arviointi/Ymparistovaikutusten\\_arviointi/Hankkeiden\\_YVAmenettely](http://www.ymparisto.fi/fi-fi/Asiointi_luvat_ja_ymparistovaikutusten_arviointi/Ymparistovaikutusten_arviointi/Hankkeiden_YVAmenettely)

Ymparisto. (2016). *Ympäristölupa*. Haettu 2.12.2016 osoitteesta

[http://www.ymparisto.fi/fi-fi/asiointi\\_luvat\\_ja\\_ymparistovaikutusten\\_arviointi/Luvat\\_ilmoitukset\\_ja\\_rekisterointi/Ymparistolupa](http://www.ymparisto.fi/fi-fi/asiointi_luvat_ja_ymparistovaikutusten_arviointi/Luvat_ilmoitukset_ja_rekisterointi/Ymparistolupa)

Valtioneuvoston asetus ympäristövaikutusten arviointimenettelystä 2006/713. Haettu 28.4.2017 osoitteesta

<http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2006/20060713>

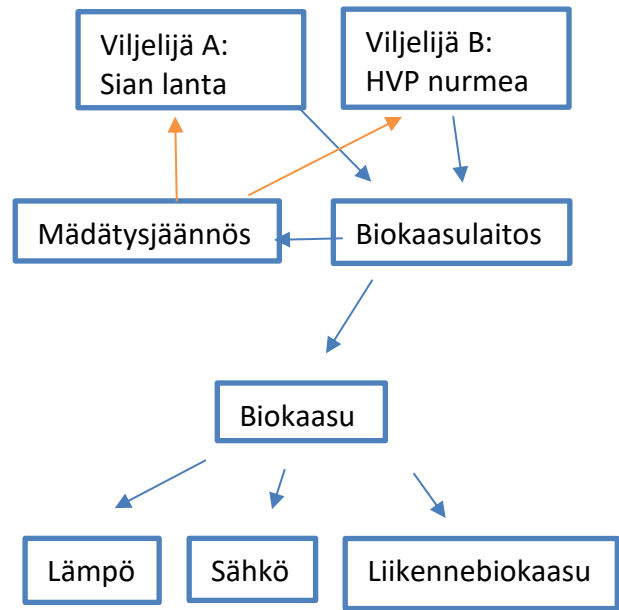
Biokaasulla tarkoitetaan hapettomissa oloissa orgaanisesta aineesta mikrobitoiminnan sivutuotteena syntyvää kaasuseosta, jossa tärkeimpinä kaasuina ovat metaani (n. 60%) ja hiilidioksidi (n. 35%). Biokaasua muodostuu bioreaktoreissa ja kaatopaikoilla. Bioreaktoreissa laitoksen käyttäjä syöttää haluttua biomassaa reaktoriin, jossa mikrobit hajottavat syötetyn aineen biokaasuksi ja mädätysjäännekseksi.

Biokaasua käytetään sähkön- ja lämmöntuotantoon sekä liikenteen polttoaineeksi. Biokaasun liikennekäyttö edellyttää paitsi kaasun puhdistamista epäpuhtauksista kuten rikkivedystä, myös hiilidioksidin poistoa eli jalostamista biometaaniksi. Biometaani varastoidaan kuljetusta tai myöhempää käyttöä varten joko paineistamalla (CBG) tai nesteyttämällä (LBG). Liikennekäyttöön tarkoitetun kaasun metaanipitoisuus voi olla 95 % tai korkeampi jolloin sen energiasisältö vastaa lähes maakaasun energiasisältöä jossa 1 m<sup>3</sup> metaania (CH<sub>4</sub>) = 10 kWh eli yhtä paljon kuin litrassa öljyä.

Viljelijälle yhteistyö biokaasun tuotantoyrityksen kanssa antaa mahdollisuuden saada uusi tulonlähde sellaisista peltojakeista tai raaka-aineista, jotka muuten muodostavat viljelijälle raskaita. Esimerkiksi suojavyöhykkeiden nurmet, tuotantoeläinten lanta tai viljanviljelyssä syntyvät oljet.

Maanviljelys tarjoaa vakaan ja edullisen raaka-aineen biokaasulaitokselle, joka helpottaa prosessin suunnittelua ja edesauttaa sen toimivuutta. Biokaasulaitokset saavat tuloja biokaasun ja mädätysjäännöksen myynnistä. Biokaasuntuotannon sivutuotteena syntyvä mädätysjäännös on ominaisuuksiltaan hyvää maanparannusainesta tai lannoitetta. Biokaasulaitoksen sijainti alkutuotanto alueelle on siten perusteltua.

## Esimerkki biokaasun tuotannon prosessikaaviosta:



## Esimerkkejä viljeltävien jakeiden kaasuntuottopotentialeista

Materiaali	m3 CH4/tn VS	m3CH4/tn tuorepaino	m3 CH4/tn TS
<i>Ruokohelpi</i>	340 - 430	100 - 170	330 - 420
<i>Timotei-apila nurmi</i>	370 - 380	70 - 90	340 - 360
<i>Maa-artistokka</i>	360 - 370	90 -110	340
<i>Virna-kaura</i>	400 - 410	60 -100	370
<i>Nokkonen</i>	210 - 420	20 - 60	170 - 360
<i>Lupiini</i>	310 - 360	40	290 - 330
<i>Rehukaali</i>	310 - 320	20 - 40	280 - 290
<i>Apila</i>	280 - 300	40 - 70	260 - 270
<i>Sokerijuurikas, naatti</i>	340	30 - 40	290
<i>Olki</i>	240 - 320	200 - 260	220 - 290
<i>HVP-nurmi</i>	270	92	248
<i>Broilerinlanta</i>	303	81	212
<i>Sian lietelanta</i>	320	18	256
<i>Sian lietelanta kuivajae</i>	300	69	246
<i>Lehmänlanta</i>	204	16	163
<i>Hevosenlanta</i>	200	52	157

Ensimmäinen askel kohti onnistunutta biokaasuhan-  
ketta on löytää oikea sijainti, jossa yhdistyvät riittävän  
suuret markkinat ja riittävän laadukas raaka-aine. Si-  
jainnin optimointi voidaan tehdä paikkatieto-ohjel-  
mistoilla, joilla voidaan helposti löytää piste biokaasu-  
laitokselle, mikä on lähellä markkinoita ja raaka-ai-  
neen ympäröimänä.

Sijainnin valinnan jälkeen käydään läpi sopimusneu-  
votteluja laitoksesta, raaka-aineista, markkinoista ja  
rahoituksesta sekä varmistellaan tarvittavien lupien  
saanti ja, että suunnitelmat ovat lainsäädännön mu-  
kaiset.

Raaka-aineesta saatava hinta on riippuvainen raaka-  
aineen kaasuntuottopotentialista ja keruualueen  
etäisyydestä biokaasulaitokseen. ProAgria määritteli,  
että biokaasulaitos voisi maksaa nurmesta 10 - 20 €  
tonnilta.

Jokaisen hankkeen kohdalla hankkeesta vastaavan  
täytyy päättää miten ratkaista raaka-aineen ja mädä-  
tysjäännöksen logistiikka. Osa hankkeista voi toimia  
niin, että biokaasulaitoksen edustaja hankkii raaka-ai-  
neet tuottajilta, joilla on ongelmana liika lannantuotto  
peltopinta-alan nähden, tai suojavöhykkeitä, joilla  
on korjuuvelvoite, mutta tilalla ei ole käyttöä saadulle  
nurmirehulle.

Vaihtoehtona on, että maanviljelijä tekee osan tai kai-  
ken raaka-aineen keruu- ja kuljetus töistä ja saa näin  
paremman hinnan. Toinen vaihtoehto on, että bio-  
kaasulaitosta edustava yritys tekee kaiken tai osan  
töistä ja maksaa pienemmän hinnan raaka-aineesta.

Maanviljelijän kannattaa ajatella biokaasun tuotantoa  
pysyvänä osana maaseudun tulevaisuutta, ja pitää  
mieli avoimena yhteistyölle kaasun tuottajien kanssa  
joko raaka-aineen tuottajana tai oman biokaasulai-  
toksen omistajana.

#### **BIOKAASUNTUOTANNON EDUT VILJELIJÄLLE:**

- **Tarjoaa käyttökohteen ylimääräiselle bio-  
massalle kuten lannalle tai nurmelle**
- **Lannan varastoinnin ja käsittelyn kustan-  
nukset vähenevät.**
- **Mahdollisuus saada orgaanista lannoit-  
tetta jossa:**
  - **Typpi on lantaan verrattuna pa-  
remmassa muodossa**
  - **Kiintoaines on tasalaatuisempaa  
lantaan verrattuna**
  - **Rikkakasvien siemenet eivät ole  
riski, toisin kuin lannan käytössä.**
  - **On pienemmät hajuhaitat levitys-  
vaiheessa kuin lannalla**
  - **On humusta, joka parantaa maan  
laatua verrattuna kemiallisiin lan-  
noitteisiin**
- **Mahdollistaa kaasukäyttöisten työkon-  
eiden käytön.**

**Lähde:** [ProAgria- Maatalouden  
biomassat biokaasulaitoksessa](#)

#### **HYVIÄ TIEDONLÄHTEITÄ**

- [www.biokaasuyhdistys.net](http://www.biokaasuyhdistys.net)
- [ProAgria- Maatalouden biomassat biokaa-  
sulaitoksessa](#)
- [MOTIVA- Biokaasun tuotanto maatilalla](#)

**Tämä tietopaketti on osa Pekka Parkkilan Hämeen ammattikorkeakoulun Bio- ja elintarviketek-  
niikan koulutusohjelman opinnäytetyötä: *Biokaasulaitoksen sijainnin optimointi paikkatietoana-  
lyysin avulla (2017)***

## KAIKKI LÄMPÖ- JA LIIKENNE-ENERGIA ALUEET TAULUKKONA

Id	Lämmitys- energian tarve (MWh)	Liikenteen energian- tarve (MWh)	Yhteenlas- kettu energi- antarve (MWh)	Tarvittava pelto- pinta-ala (ha)	Tarvittava peltopinta- ala x 2 (ha)	Peltojen pinta-ala (ha) 10km säteellä	Tarpeen ja pelto- jen ero- tus	Riit- tääkö
0	272,00	1,1	273,0	18,6	37,1	3558,0	3520,9	ok
1	2010,00	18,2	2028,0	138,0	275,9	2361,4	2085,5	ok
2	1424,00	5,3	1429,0	97,2	194,4	3560,7	3366,3	ok
3	19776,00	0,7	19777,0	1345,4	2690,7	2489,5	-201,3	ei
4	504,00	18,4	522,0	35,5	71,0	4227,8	4156,8	ok
5	1704,00	7,6	1712,0	116,5	232,9	2447,2	2214,3	ok
6	658,00	2,4	660,0	44,9	89,8	2779,9	2690,1	ok
7	988,00	41,4	1029,0	70,0	140,0	2499,2	2359,2	ok
8	71505,00	94,1	71599,0	4870,7	9741,4	4651,8	-5089,6	ei
9	642,00	0,7	643,0	43,7	87,5	1021,8	934,3	ok
10	2784,00	13,4	2797,0	190,3	380,5	5509,0	5128,4	ok
11	514,00	1,0	515,0	35,0	70,1	4761,8	4691,7	ok
12	1029,00	86,0	1115,0	75,9	151,7	1394,5	1242,8	ok
13	326,00	76,5	403,0	27,4	54,8	1516,2	1461,4	ok
14	3132,00	270,6	3403,0	231,5	463,0	2548,2	2085,2	ok
15	3430,00	385,1	3815,0	259,5	519,0	4562,9	4043,9	ok
16	3426,00	2059,6	5486,0	373,2	746,4	2789,4	2043,0	ok
17	1702,00	26,9	1729,0	117,6	235,2	2089,5	1854,2	ok
18	29048,00	736,7	29785,0	2026,2	4052,4	3497,5	-554,9	ei
19	417,00	147,2	564,0	38,4	76,7	4787,8	4711,1	ok
20	331,00	93,3	424,0	28,8	57,7	1735,8	1678,1	ok
21	598,00	119,6	718,0	48,8	97,7	5734,5	5636,8	ok
22	29569,00	283,1	29852,0	2030,7	4061,5	6487,4	2425,9	ok
23	3260,00	13,7	3274,0	222,7	445,4	2346,2	1900,7	ok
24	10321,00	125,6	10447,0	710,7	1421,4	3900,3	2479,0	ok
25	21095,00	263,8	21359,0	1453,0	2906,0	3514,2	608,2	ok
26	2498,00	91,3	2589,0	176,1	352,2	1979,0	1626,7	ok
27	1202,00	41,8	1244,0	84,6	169,3	3499,9	3330,6	ok
28	877,00	0,0	877,0	59,7	119,3	3758,5	3639,2	ok
29	4964,00	0,0	4964,0	337,7	675,4	5692,5	5017,1	ok
30	11122,00	5,8	11128,0	757,0	1514,0	8242,7	6728,7	ok
31	7662,00	73,3	7735,0	526,2	1052,4	3924,7	2872,3	ok
32	2752,00	2,2	2754,0	187,3	374,7	3219,0	2844,3	ok
33	2197,00	4,9	2202,0	149,8	299,6	10378,5	10078,9	ok
34	14223,00	4,7	14228,0	967,9	1935,8	2796,8	861,0	ok
35	712,00	0,6	713,0	48,5	97,0	6618,2	6521,2	ok
36	20666,00	8,6	20675,0	1406,5	2812,9	2261,1	-551,8	ei
37	627,00	0,0	627,0	42,7	85,3	2296,9	2211,6	ok
38	674,00	0,0	674,0	45,9	91,7	1824,4	1732,7	ok
39	322,00	71,1	393,0	26,7	53,5	2750,2	2696,7	ok
40	3512,00	191,7	3704,0	252,0	503,9	3105,5	2601,5	ok
41	667,00	105,3	772,0	52,5	105,0	7379,3	7274,3	ok
42	573,00	148,8	722,0	49,1	98,2	2213,9	2115,6	ok
43	9425,00	210,4	9635,0	655,4	1310,9	3355,1	2044,2	ok
44	7583,00	349,8	7933,0	539,7	1079,3	7275,8	6196,5	ok
45	3327,00	21,8	3349,0	227,8	455,6	2124,8	1669,2	ok
46	5250,00	195,6	5446,0	370,5	741,0	4669,2	3928,3	ok
47	329,00	90,0	419,0	28,5	57,0	2805,3	2748,3	ok
48	1187,00	66,3	1253,0	85,2	170,5	4376,8	4206,3	ok
49	1293,00	51,5	1344,0	91,4	182,9	5319,6	5136,7	ok
50	4747,00	131,3	4878,0	331,8	663,7	2953,6	2290,0	ok
51	43137,00	325,3	43462,0	2956,6	5913,2	4609,2	-1304,0	ei
52	2686,00	4,5	2690,0	183,0	366,0	1929,5	1563,5	ok
53	1512,00	5,1	1517,0	103,2	206,4	1565,1	1358,7	ok
54	4496,00	17,7	4514,0	307,1	614,1	2968,4	2354,2	ok

5	308,00	0,6	309,0	21,0	42,0	1016,7	974,6	ok
56	1702,00	18,9	1721,0	117,1	234,1	2215,7	1981,5	ok
57	295,00	37,0	332,0	22,6	45,2	7232,4	7187,3	ok
58	1303,00	198,6	1502,0	102,2	204,4	7222,8	7018,5	ok
59	15030,00	832,1	15862,0	1079,0	2158,1	4811,3	2653,2	ok
60	5690,00	1152,0	6842,0	465,4	930,9	1265,8	334,9	ok
61	1049,00	128,3	1177,0	80,1	160,1	5844,0	5683,9	ok
62	16265,00	55,7	16321,0	1110,3	2220,5	5076,2	2855,6	ok
63	7618,00	150,8	7769,0	528,5	1057,0	2335,7	1278,7	ok
64	362,00	8,0	370,0	25,2	50,3	1744,0	1693,6	ok
65	4140,00	352,6	4493,0	305,6	611,3	2398,0	1786,7	ok
66	945,00	2,9	948,0	64,5	129,0	2954,1	2825,1	ok
67	1446,00	1,6	1448,0	98,5	197,0	1642,0	1445,0	ok
68	935,00	15,1	950,0	64,6	129,3	1986,1	1856,8	ok
69	263,00	0,0	263,0	17,9	35,8	4288,0	4252,2	ok
70	935,00	18,5	953,0	64,8	129,7	11870,0	11740,4	ok
71	786,00	0,0	786,0	53,5	106,9	15098,6	14991,7	ok
72	1630,00	3,8	1634,0	111,2	222,3	14599,8	14377,5	ok
73	8339,00	250,5	8589,0	584,3	1168,6	15585,3	14416,8	ok
74	5482,00	138,0	5620,0	382,3	764,6	7799,6	7034,9	ok
75	14471,00	865,0	15336,0	1043,3	2086,5	7048,4	4961,9	ok
76	10975,00	231,4	11206,0	762,3	1524,6	6128,8	4604,2	ok
77	530,00	18,7	549,0	37,3	74,7	8162,3	8087,6	ok
78	812,00	27,8	840,0	57,1	114,3	4094,3	3980,0	ok
79	1160,00	327,5	1487,0	101,2	202,3	6138,4	5936,0	ok
80	235,00	32,5	267,0	18,2	36,3	4445,6	4409,3	ok
81	8396,00	751,3	9147,0	622,2	1244,5	8610,0	7365,5	ok
82	472,00	132,2	604,0	41,1	82,2	3253,8	3171,6	ok
83	804,00	26,2	830,0	56,5	112,9	3489,1	3376,2	ok
84	1187,00	42,2	1229,0	83,6	167,2	11010,1	10842,9	ok
85	5747,00	822,9	6570,0	446,9	893,9	6218,8	5324,9	ok
86	2920,00	74,6	2995,0	203,7	407,5	1435,4	1027,9	ok
87	773,00	14,3	787,0	53,5	107,1	7212,2	7105,1	ok
88	2205,00	49,4	2254,0	153,3	306,7	9915,9	9609,2	ok
89	14647,00	499,9	15147,0	1030,4	2060,8	6375,8	4314,9	ok
90	16745,00	1118,7	17864,0	1215,2	2430,5	7956,6	5526,2	ok
91	2102,00	128,3	2230,0	151,7	303,4	14227,4	13924,0	ok
92	3921,00	239,6	4161,0	283,1	566,1	10983,4	10417,2	ok
93	4494,00	354,9	4849,0	329,9	659,7	5312,7	4653,0	ok
94	8426,00	431,0	8857,0	602,5	1205,0	5530,2	4325,1	ok
95	7948,00	60,5	8008,0	544,8	1089,5	3090,2	2000,6	ok
96	656,00	74,8	731,0	49,7	99,5	3819,9	3720,4	ok
97	1247,00	101,6	1349,0	91,8	183,5	6968,7	6785,1	ok
98	1860,00	34,2	1894,0	128,8	257,7	8877,2	8619,5	ok
99	5922,00	80,5	6002,0	408,3	816,6	5964,1	5147,5	ok
100	22236,00	460,4	22696,0	1543,9	3087,9	10397,0	7309,1	ok
101	1214,00	28,1	1242,0	84,5	169,0	9341,0	9172,0	ok
102	225,00	19,4	244,0	16,6	33,2	11444,1	11410,9	ok
103	1980,00	269,9	2250,0	153,1	306,1	7491,7	7185,5	ok
104	11307,00	14,9	11322,0	770,2	1540,4	9348,9	7808,5	ok
105	438,00	0,8	439,0	29,9	59,7	14978,2	14918,5	ok
106	415,00	8,4	423,0	28,8	57,6	21643,4	21585,8	ok
107	10822,00	16,0	10838,0	737,3	1474,6	9791,2	8316,7	ok
108	6898,00	9,3	6907,0	469,9	939,7	8442,9	7503,1	ok
109	1231,00	2,8	1234,0	83,9	167,9	8473,6	8305,7	ok
110	47078,00	7,2	47085,0	3203,1	6406,1	9374,5	2968,3	ok
111	1120,00	1,6	1122,0	76,3	152,7	7154,2	7001,5	ok
112	10011,00	8,9	10020,0	681,6	1363,3	18952,7	17589,5	ok
113	905,00	4,7	910,0	61,9	123,8	18298,4	18174,5	ok
114	23214,00	96,2	23310,0	1585,7	3171,4	22684,0	19512,6	ok

115	3061,00	89,6	3151,0	214,4	428,7	17599,2	17170,5	ok
116	2146,00	19,6	2166,0	147,3	294,7	18400,8	18106,1	ok
117	1109,00	6,6	1116,0	75,9	151,8	2741,3	2589,5	ok
118	773,00	26,6	800,0	54,4	108,8	11587,3	11478,4	ok
119	579,00	2,3	581,0	39,5	79,0	3085,7	3006,7	ok
120	6689,00	30,4	6719,0	457,1	914,1	9642,8	8728,7	ok
121	5181,00	13,6	5195,0	353,4	706,8	7166,5	6459,7	ok
122	27091,00	26,8	27118,0	1844,8	3689,5	5940,7	2251,2	ok
123	11332,00	20,1	11352,0	772,2	1544,5	13809,6	12265,1	ok
124	279,00	0,9	280,0	19,0	38,1	12675,3	12637,2	ok
125	1000,00	3,0	1003,0	68,2	136,5	20040,1	19903,6	ok
126	1541,00	3,1	1544,0	105,0	210,1	12118,4	11908,3	ok
127	24661,00	61,9	24723,0	1681,8	3363,7	12910,5	9546,8	ok
128	446,00	2,1	448,0	30,5	61,0	9692,6	9631,7	ok
129	281,00	1,4	282,0	19,2	38,4	7038,2	6999,8	ok
130	632,00	6,7	639,0	43,5	86,9	5550,0	5463,1	ok
131	1577,00	24,0	1601,0	108,9	217,8	9056,4	8838,6	ok
132	328,00	41,9	370,0	25,2	50,3	7567,2	7516,9	ok
133	1126,00	84,6	1211,0	82,4	164,8	9236,3	9071,6	ok
134	1401,00	32,2	1433,0	97,5	195,0	10264,2	10069,3	ok
135	2787,00	122,2	2909,0	197,9	395,8	10702,1	10306,3	ok
136	974,00	271,4	1245,0	84,7	169,4	5974,7	5805,3	ok
137	4129,00	167,8	4297,0	292,3	584,6	8413,1	7828,5	ok
138	488,00	23,0	511,0	34,8	69,5	6964,5	6895,0	ok
139	12565,00	359,0	12924,0	879,2	1758,4	20584,6	18826,2	ok
140	3493,00	5,4	3498,0	238,0	475,9	2701,7	2225,8	ok
141	21482,00	336,2	21818,0	1484,2	2968,4	11328,0	8359,6	ok
142	289,00	1,7	291,0	19,8	39,6	4315,0	4275,4	ok
143	338,00	3,5	342,0	23,3	46,5	5044,8	4998,3	ok
144	409,00	10,7	420,0	28,6	57,1	8349,9	8292,8	ok
145	663,00	4,0	667,0	45,4	90,7	5620,1	5529,3	ok
146	1026,00	40,8	1067,0	72,6	145,2	3809,7	3664,5	ok
147	459,00	0,8	460,0	31,3	62,6	4316,8	4254,3	ok
148	1957,00	0,0	1957,0	133,1	266,3	6018,6	5752,3	ok
149	414,00	31,2	445,0	30,3	60,5	7300,7	7240,2	ok
150	1097,00	36,8	1134,0	77,1	154,3	5523,4	5369,1	ok
151	8490,00	513,6	9004,0	612,5	1225,0	7374,3	6149,3	ok
152	2110,00	364,9	2475,0	168,4	336,7	4382,6	4045,9	ok
153	887,00	95,3	982,0	66,8	133,6	4709,0	4575,4	ok
154	1054,00	73,8	1128,0	76,7	153,5	3055,6	2902,1	ok
155	1074,00	229,8	1304,0	88,7	177,4	8315,2	8137,8	ok
156	7619,00	605,8	8225,0	559,5	1119,0	5679,7	4560,6	ok
157	812,00	45,9	858,0	58,4	116,7	12929,2	12812,5	ok
158	3222,00	172,2	3394,0	230,9	461,8	15684,9	15223,2	ok
159	2685,00	3813,7	6499,0	442,1	884,2	7217,8	6333,6	ok
160	808,00	81,3	889,0	60,5	121,0	5943,1	5822,1	ok
161	4332,00	361,1	4693,0	319,3	638,5	12739,9	12101,4	ok
162	394,00	9,2	403,0	27,4	54,8	10674,1	10619,3	ok
163	335,00	53,1	388,0	26,4	52,8	16176,7	16123,9	ok
164	540,00	31,0	571,0	38,8	77,7	12448,1	12370,4	ok
165	998,00	672,8	1671,0	113,7	227,3	914,0	686,7	ok
166	1396,00	131,2	1527,0	103,9	207,8	5381,9	5174,2	ok
167	871,00	249,8	1121,0	76,3	152,5	6949,0	6796,5	ok
168	1033,00	9,5	1043,0	71,0	141,9	3190,5	3048,6	ok
169	1354,00	287,6	1642,0	111,7	223,4	4676,0	4452,6	ok
170	1070,00	38,9	1109,0	75,4	150,9	4682,7	4531,8	ok
171	413,00	41,0	454,0	30,9	61,8	18151,1	18089,4	ok
172	3388,00	801,1	4189,0	285,0	569,9	14302,9	13733,0	ok
173	723,00	607,0	1330,0	90,5	181,0	11518,4	11337,4	ok
174	22372,00	202,0	22574,0	1535,6	3071,3	10955,0	7883,7	ok



175	474,00	40,7	515,0	35,0	70,1	15420,4	15350,4	ok
176	1893,00	16,7	1910,0	129,9	259,9	13147,6	12887,8	ok
177	3337,00	60,6	3398,0	231,2	462,3	15456,4	14994,0	ok
178	1720,00	135,8	1856,0	126,3	252,5	12953,5	12701,0	ok
179	14521,00	237,5	14759,0	1004,0	2008,0	15107,3	13099,3	ok
180	1319,00	89,4	1408,0	95,8	191,6	14474,4	14282,9	ok
181	486,00	19,6	506,0	34,4	68,8	6484,5	6415,6	ok
182	1668,00	170,7	1839,0	125,1	250,2	19077,2	18827,0	ok
183	383,00	207,1	590,0	40,1	80,3	4859,8	4779,6	ok
184	908,00	826,3	1734,0	118,0	235,9	11372,1	11136,2	ok
185	2355,00	454,0	2809,0	191,1	382,2	11206,1	10823,9	ok
186	268,00	31,4	299,0	20,3	40,7	11514,0	11473,4	ok
187	660,00	4,4	664,0	45,2	90,3	7714,8	7624,4	ok
188	1240,00	72,7	1313,0	89,3	178,6	10656,8	10478,1	ok
189	2082,00	107,2	2189,0	148,9	297,8	6759,4	6461,6	ok
190	1214,00	173,9	1388,0	94,4	188,8	9438,5	9249,7	ok
191	1015,00	102,4	1117,0	76,0	152,0	11504,6	11352,6	ok
192	2147,00	61,9	2209,0	150,3	300,5	9408,1	9107,6	ok
193	1416,00	98,4	1514,0	103,0	206,0	10633,1	10427,2	ok
194	1655,00	315,4	1970,0	134,0	268,0	9661,2	9393,2	ok
195	11884,00	27,5	11911,0	810,3	1620,5	12316,2	10695,6	ok
196	1891,00	103,8	1995,0	135,7	271,4	12003,0	11731,5	ok
197	472,00	881,6	1354,0	92,1	184,2	17322,9	17138,7	ok
198	38667,00	7135,0	45802,0	3115,8	6231,6	13647,0	7415,4	ok
199	274,00	32,5	307,0	20,9	41,8	12160,0	12118,3	ok
200	7859,00	360,8	8220,0	559,2	1118,4	10342,2	9223,8	ok
201	289,00	393,5	683,0	46,5	92,9	6598,5	6505,5	ok
202	266,00	201,5	468,0	31,8	63,7	10247,3	10183,6	ok
203	5350,00	171,3	5521,0	375,6	751,2	13031,8	12280,7	ok
204	7781,00	73,6	7855,0	534,4	1068,7	15870,1	14801,4	ok
205	4610,00	264,2	4874,0	331,6	663,1	11228,1	10564,9	ok
206	759,00	39,2	798,0	54,3	108,6	15576,3	15467,7	ok
207	2972,00	105,1	3077,0	209,3	418,6	12143,7	11725,1	ok
208	425,00	51,4	476,0	32,4	64,8	4067,5	4002,7	ok
209	1523,00	63,9	1587,0	108,0	215,9	4379,0	4163,1	ok
210	8358,00	2951,1	11309,0	769,3	1538,6	16665,4	15126,7	ok
211	13021,00	0,0	13021,0	885,8	1771,6	9846,3	8074,7	ok
212	1501,00	1405,9	2907,0	197,8	395,5	11699,2	11303,7	ok
213	1115,00	2382,7	3498,0	238,0	475,9	12783,4	12307,5	ok
214	69176,00	12877,8	82054,0	5581,9	11163,8	13548,7	2384,9	ok
215	407,00	108,0	515,0	35,0	70,1	12095,1	12025,0	ok
216	2758,00	262,9	3021,0	205,5	411,0	12159,2	11748,2	ok
217	8264,00	895,3	9159,0	623,1	1246,1	6188,7	4942,6	ok
218	728,00	492,5	1221,0	83,1	166,1	17342,7	17176,5	ok
219	2154,00	189,0	2343,0	159,4	318,8	6329,3	6010,5	ok
220	3455,00	61,8	3517,0	239,3	478,5	8656,6	8178,1	ok
221	888,00	10,7	899,0	61,2	122,3	12060,3	11938,0	ok
222	7338,00	63,4	7401,0	503,5	1006,9	13591,0	12584,0	ok
223	12105,00	107,2	12212,0	830,7	1661,5	7533,0	5871,5	ok
224	1413,00	690,8	2104,0	143,1	286,3	7731,5	7445,2	ok
225	235,00	72,9	308,0	21,0	41,9	4783,3	4741,4	ok
226	286,00	1038,2	1324,0	90,1	180,1	15953,6	15773,4	ok
227	530,00	98,9	629,0	42,8	85,6	3539,6	3454,1	ok
228	1177,00	23,8	1201,0	81,7	163,4	6264,2	6100,8	ok
229	1503,00	15,2	1518,0	103,3	206,5	15489,4	15282,8	ok
230	2893,00	23,9	2917,0	198,4	396,9	16102,9	15706,0	ok
231	669,00	12,1	681,0	46,3	92,7	22738,2	22645,5	ok
232	556,00	10,8	567,0	38,6	77,1	16015,7	15938,6	ok
233	575,00	13,4	588,0	40,0	80,0	15316,0	15236,0	ok
234	3401,00	36,9	3438,0	233,9	467,8	14287,5	13819,8	ok

235	1184,00	8,8	1193,0	81,2	162,3	9281,8	9119,4	ok
236	1705,00	185,2	1890,0	128,6	257,1	8297,7	8040,6	ok
237	9917,00	156,1	10073,0	685,2	1370,5	10541,6	9171,2	ok
238	2048,00	128,6	2177,0	148,1	296,2	11744,2	11448,0	ok
239	966,00	4,7	971,0	66,1	132,1	12821,4	12689,3	ok
240	205,00	9,6	215,0	14,6	29,3	7026,4	6997,1	ok
241	2941,00	38,3	2979,0	202,7	405,3	21943,4	21538,1	ok
242	446,00	23,3	469,0	31,9	63,8	24131,6	24067,8	ok
243	8533,00	79,1	8612,0	585,9	1171,7	15810,1	14638,4	ok
244	1326,00	29,5	1356,0	92,2	184,5	17749,6	17565,1	ok
245	7985,00	100,4	8085,0	550,0	1100,0	15776,1	14676,1	ok
246	18078,00	144,6	18223,0	1239,7	2479,3	18929,4	16450,1	ok
247	1099,00	40,6	1140,0	77,6	155,1	16965,0	16809,9	ok
248	775,00	32,3	807,0	54,9	109,8	17758,2	17648,5	ok
249	3213,00	27,3	3240,0	220,4	440,8	19302,3	18861,5	ok
250	2623,00	150,1	2773,0	188,6	377,3	20575,0	20197,7	ok
251	2350,00	12,8	2363,0	160,7	321,5	19896,4	19574,9	ok
252	921,00	9,8	931,0	63,3	126,7	24280,6	24153,9	ok
253	3634,00	34,4	3668,0	249,5	499,0	24053,5	23554,5	ok
254	1422,00	23,6	1446,0	98,4	196,7	22179,1	21982,4	ok
255	1704,00	20,1	1724,0	117,3	234,6	23588,0	23353,5	ok
256	773,00	4,9	778,0	52,9	105,9	21242,1	21136,2	ok
257	2676,00	15,9	2692,0	183,1	366,3	22478,0	22111,8	ok
258	10334,00	39,4	10373,0	705,6	1411,3	10067,0	8655,7	ok
259	967,00	7,3	974,0	66,3	132,5	7830,5	7698,0	ok
260	1539,00	30,4	1569,0	106,7	213,5	12865,8	12652,3	ok
261	7490,00	83,8	7574,0	515,2	1030,5	2729,4	1698,9	ok
262	880,00	1,7	882,0	60,0	120,0	7063,8	6943,8	ok
263	917,00	5,4	922,0	62,7	125,4	8832,4	8707,0	ok
264	1384,00	28,9	1413,0	96,1	192,2	8475,6	8283,3	ok
265	838,00	7,0	845,0	57,5	115,0	2764,6	2649,7	ok
266	753,00	9,7	763,0	51,9	103,8	4364,6	4260,8	ok
267	1271,00	29,4	1300,0	88,4	176,9	1772,3	1595,4	ok
268	6854,00	521,8	7376,0	501,8	1003,5	2523,6	1520,1	ok
269	422,00	0,0	422,0	28,7	57,4	5039,9	4982,5	ok
270	2538,00	11,4	2549,0	173,4	346,8	6794,2	6447,4	ok
271	386,00	4,2	390,0	26,5	53,1	5753,6	5700,5	ok
272	5992,00	195,7	6188,0	421,0	841,9	4720,7	3878,8	ok
273	262,00	132,2	394,0	26,8	53,6	12126,0	12072,4	ok
274	758,00	385,2	1143,0	77,8	155,5	8305,2	8149,7	ok
275	1035,00	177,1	1212,0	82,4	164,9	14428,4	14263,5	ok
276	1186,00	143,9	1330,0	90,5	181,0	13065,8	12884,9	ok
277	1355,00	25,1	1380,0	93,9	187,8	26626,0	26438,2	ok
278	6313,00	1152,4	7465,0	507,8	1015,6	11325,8	10310,1	ok
279	7646,00	1069,2	8715,0	592,9	1185,7	13922,0	12736,2	ok
280	7304,00	415,4	7719,0	525,1	1050,2	13527,1	12476,9	ok
281	499,00	278,5	777,0	52,9	105,7	11833,2	11727,5	ok
282	89,00	0,0	89,0	6,1	12,1	9210,5	9198,4	ok
283	7837,00	102,8	7940,0	540,1	1080,3	6350,4	5270,1	ok
284	100,00	38,1	138,0	9,4	18,8	7936,7	7917,9	ok
285	4395,00	248,9	4644,0	315,9	631,8	10263,3	9631,4	ok
286	21971,00	490,5	22462,0	1528,0	3056,1	18488,4	15432,3	ok
287	7768,00	13,3	7781,0	529,3	1058,6	6294,4	5235,7	ok
288	3312,00	180,7	3493,0	237,6	475,2	11221,3	10746,0	ok
289	2037,00	288,9	2326,0	158,2	316,5	11474,6	11158,1	ok
290	624,00	437,2	1061,0	72,2	144,4	12326,6	12182,3	ok
291	371,00	334,6	706,0	48,0	96,1	9461,3	9365,3	ok
292	1275,00	34,7	1310,0	89,1	178,2	9386,0	9207,8	ok
293	1691,00	252,5	1944,0	132,2	264,5	2921,9	2657,4	ok
294	244,00	814,8	1059,0	72,0	144,1	18747,5	18603,4	ok

295	2530,00	157,2	2687,0	182,8	365,6	2276,4	1910,8	ok
296	1807,00	121,9	1929,0	131,2	262,4	2954,3	2691,9	ok
297	13629,00	1596,7	15226,0	1035,8	2071,6	6313,2	4241,6	ok
298	3763,00	224,5	3987,0	271,2	542,4	16301,6	15759,2	ok
299	1045,00	21,5	1066,0	72,5	145,0	6063,5	5918,5	ok
300	2126,00	41,8	2168,0	147,5	295,0	4015,5	3720,5	ok
301	33,00	10,3	43,0	2,9	5,9	11282,4	11276,5	ok
302	773,00	4,2	777,0	52,9	105,7	4442,7	4337,0	ok
303	4359,00	53,6	4413,0	300,2	600,4	6813,7	6213,3	ok
304	1177,00	101,1	1278,0	86,9	173,9	4778,4	4604,5	ok
305	627,00	170,9	798,0	54,3	108,6	15330,6	15222,0	ok
306	1629,00	2445,1	4074,0	277,1	554,3	5804,7	5250,4	ok
307	2547,00	13,7	2561,0	174,2	348,4	8796,9	8448,5	ok
308	59,00	16,6	76,0	5,2	10,3	1024,0	1013,6	ok
309	7,00	152,9	160,0	10,9	21,8	13324,7	13302,9	ok
310	103,00	674,6	778,0	52,9	105,9	5312,4	5206,6	ok
311	1245,00	224,8	1470,0	100,0	200,0	4247,3	4047,3	ok
312	22618,00	1471,0	24089,0	1638,7	3277,4	11843,7	8566,3	ok
313	2984,00	70,5	3055,0	207,8	415,6	10030,9	9615,3	ok
314	57,00	109,6	167,0	11,4	22,7	3305,2	3282,5	ok
315	56887,00	2936,0	59823,0	4069,6	8139,2	12983,9	4844,8	ok
316	650,00	39,9	690,0	46,9	93,9	5574,5	5480,6	ok
317	5524,00	96,9	5621,0	382,4	764,8	9363,6	8598,8	ok
318	1136,00	3027,7	4164,0	283,3	566,5	13324,4	12757,9	ok
319	21629,00	280,6	21910,0	1490,5	2981,0	14653,0	11672,1	ok
320	2435,00	541,0	2976,0	202,4	404,9	751,3	346,4	ok
321	539,00	249,9	789,0	53,7	107,3	731,6	624,2	ok
322	2713,00	191,6	2905,0	197,6	395,2	5564,8	5169,6	ok
323	14572,00	844,9	15417,0	1048,8	2097,6	2901,4	803,8	ok
324	634,00	38,6	673,0	45,8	91,6	6599,7	6508,2	ok
325	13444,00	907,2	14351,0	976,3	1952,5	13996,4	12043,9	ok
326	2590,00	104,7	2695,0	183,3	366,7	10740,3	10373,6	ok
327	1966,00	102,3	2068,0	140,7	281,4	7376,0	7094,6	ok
328	12747,00	10,1	12757,0	867,8	1735,6	10716,1	8980,5	ok
329	25056,00	893,0	25949,0	1765,2	3530,5	3391,9	-138,6	ei
330	2705,00	99,7	2805,0	190,8	381,6	2637,9	2256,2	ok
331	1585,00	173,8	1759,0	119,7	239,3	3627,0	3387,7	ok
332	231,00	439,6	671,0	45,6	91,3	5590,7	5499,4	ok
333	494,00	1559,4	2053,0	139,7	279,3	4828,4	4549,1	ok
334	547,00	1568,3	2115,0	143,9	287,8	4953,9	4666,2	ok
335	399,00	10,0	409,0	27,8	55,6	5221,3	5165,7	ok
336	140,00	96,3	236,0	16,1	32,1	2467,9	2435,8	ok
337	111,00	7,7	119,0	8,1	16,2	6627,8	6611,6	ok
338	35,00	149,9	185,0	12,6	25,2	14173,2	14148,0	ok
339	5435,00	228,9	5664,0	385,3	770,6	10160,6	9390,0	ok
340	53070,00	2729,6	55800,0	3795,9	7591,8	13443,9	5852,0	ok
341	47,00	13,1	60,0	4,1	8,2	7188,2	7180,0	ok
342	721,00	717,1	1438,0	97,8	195,6	4223,8	4028,2	ok
343	5512,00	110,5	5623,0	382,5	765,0	9761,7	8996,7	ok
344	5331,00	77,7	5409,0	368,0	735,9	193,5	-542,4	ei
345	7093,00	0,0	7093,0	482,5	965,0	7107,3	6142,2	ok
346	1362,00	0,0	1362,0	92,7	185,3	791,3	606,0	ok
347	1115,00	3,6	1119,0	76,1	152,2	2541,9	2389,7	ok
348	574,00	6,8	581,0	39,5	79,0	9227,5	9148,4	ok
349	1435,00	0,8	1436,0	97,7	195,4	8018,7	7823,4	ok
350	237,00	1210,6	1448,0	98,5	197,0	5706,4	5509,4	ok
351	71,00	5,7	77,0	5,2	10,5	10445,7	10435,2	ok
352	2811,00	1,8	2813,0	191,4	382,7	2826,5	2443,8	ok
353	1741,00	302,1	2043,0	139,0	278,0	2187,2	1909,3	ok
354	6497,00	5,3	6502,0	442,3	884,6	13603,8	12719,1	ok

355	22993,00	525,3	23518,0	1599,9	3199,7	13411,2	10211,5	ok
356	2409,00	0,0	2409,0	163,9	327,8	11094,4	10766,6	ok
357	15609,00	5,8	15615,0	1062,2	2124,5	14237,0	12112,5	ok
358	64,00	25,8	90,0	6,1	12,2	10854,5	10842,3	ok
359	1934,00	15,9	1950,0	132,7	265,3	8355,0	8089,7	ok
360	74,00	1,3	75,0	5,1	10,2	10145,4	10135,2	ok
361	528,00	7,7	536,0	36,5	72,9	9579,3	9506,4	ok
362	411,00	19,3	430,0	29,3	58,5	8986,7	8928,2	ok
363	1290,00	6,9	1297,0	88,2	176,5	2643,2	2466,7	ok
364	130,00	0,0	130,0	8,8	17,7	11562,0	11544,4	ok
365	56,00	12,3	68,0	4,6	9,3	12421,3	12412,1	ok
366	176,00	410,9	587,0	39,9	79,9	8907,3	8827,4	ok
367	408,00	43,6	452,0	30,7	61,5	2987,7	2926,2	ok
368	2003,00	6,2	2009,0	136,7	273,3	2746,7	2473,4	ok
369	4194,00	355,0	4549,0	309,5	618,9	1038,2	419,3	ok
370	7278,00	272,4	7550,0	513,6	1027,2	4176,2	3149,0	ok
371	1740,00	16,5	1756,0	119,5	238,9	1353,8	1114,9	ok
372	4219,00	44,8	4264,0	290,1	580,1	8552,2	7972,1	ok
373	915,00	39,8	955,0	65,0	129,9	6164,9	6035,0	ok
374	3027,00	1,8	3029,0	206,1	412,1	1916,2	1504,1	ok
375	44,00	15,7	60,0	4,1	8,2	6809,8	6801,7	ok
376	77,00	4,1	81,0	5,5	11,0	7144,1	7133,1	ok

## 50 PARASTA LÄMMITYSALUETTA

Id	Lämmitys- energian tarve (MWh)	Liikenteen energian- tarve (MWh)	Yhteenlas- kettu energi- antarve (MWh)	Tarvittava pelto- pinta-ala (ha)	Tarvittava peltopinta- ala x 2 (ha)	Peltojen pinta-ala (ha) 10km säteellä	Tarpeen ja pelto- jen ero- tus	Riit- tääkö
8	71505,00	94,1	71599,0	4870,7	9741,4	4651,8	-5089,6	ei
214	69176,00	12877,8	82054,0	5581,9	11163,8	13548,7	2384,9	ok
315	56887,00	2936,0	59823,0	4069,6	8139,2	12983,9	4844,8	ok
340	53070,00	2729,6	55800,0	3795,9	7591,8	13443,9	5852,0	ok
110	47078,00	7,2	47085,0	3203,1	6406,1	9374,5	2968,3	ok
51	43137,00	325,3	43462,0	2956,6	5913,2	4609,2	-1304,0	ei
198	38667,00	7135,0	45802,0	3115,8	6231,6	13647,0	7415,4	ok
22	29569,00	283,1	29852,0	2030,7	4061,5	6487,4	2425,9	ok
18	29048,00	736,7	29785,0	2026,2	4052,4	3497,5	-554,9	ei
122	27091,00	26,8	27118,0	1844,8	3689,5	5940,7	2251,2	ok
329	25056,00	893,0	25949,0	1765,2	3530,5	3391,9	-138,6	ei
127	24661,00	61,9	24723,0	1681,8	3363,7	12910,5	9546,8	ok
114	23214,00	96,2	23310,0	1585,7	3171,4	22684,0	19512,6	ok
355	22993,00	525,3	23518,0	1599,9	3199,7	13411,2	10211,5	ok
312	22618,00	1471,0	24089,0	1638,7	3277,4	11843,7	8566,3	ok
174	22372,00	202,0	22574,0	1535,6	3071,3	10955,0	7883,7	ok
100	22236,00	460,4	22696,0	1543,9	3087,9	10397,0	7309,1	ok
286	21971,00	490,5	22462,0	1528,0	3056,1	18488,4	15432,3	ok
319	21629,00	280,6	21910,0	1490,5	2981,0	14653,0	11672,1	ok
141	21482,00	336,2	21818,0	1484,2	2968,4	11328,0	8359,6	ok
25	21095,00	263,8	21359,0	1453,0	2906,0	3514,2	608,2	ok
36	20666,00	8,6	20675,0	1406,5	2812,9	2261,1	-551,8	ei
3	19776,00	0,7	19777,0	1345,4	2690,7	2489,5	-201,3	ei
246	18078,00	144,6	18223,0	1239,7	2479,3	18929,4	16450,1	ok
90	16745,00	1118,7	17864,0	1215,2	2430,5	7956,6	5526,2	ok
62	16265,00	55,7	16321,0	1110,3	2220,5	5076,2	2855,6	ok
357	15609,00	5,8	15615,0	1062,2	2124,5	14237,0	12112,5	ok
59	15030,00	832,1	15862,0	1079,0	2158,1	4811,3	2653,2	ok
89	14647,00	499,9	15147,0	1030,4	2060,8	6375,8	4314,9	ok
323	14572,00	844,9	15417,0	1048,8	2097,6	2901,4	803,8	ok
179	14521,00	237,5	14759,0	1004,0	2008,0	15107,3	13099,3	ok
75	14471,00	865,0	15336,0	1043,3	2086,5	7048,4	4961,9	ok
34	14223,00	4,7	14228,0	967,9	1935,8	2796,8	861,0	ok
297	13629,00	1596,7	15226,0	1035,8	2071,6	6313,2	4241,6	ok
325	13444,00	907,2	14351,0	976,3	1952,5	13996,4	12043,9	ok
211	13021,00	0,0	13021,0	885,8	1771,6	9846,3	8074,7	ok
328	12747,00	10,1	12757,0	867,8	1735,6	10716,1	8980,5	ok
139	12565,00	359,0	12924,0	879,2	1758,4	20584,6	18826,2	ok
223	12105,00	107,2	12212,0	830,7	1661,5	7533,0	5871,5	ok
195	11884,00	27,5	11911,0	810,3	1620,5	12316,2	10695,6	ok
123	11332,00	20,1	11352,0	772,2	1544,5	13809,6	12265,1	ok
104	11307,00	14,9	11322,0	770,2	1540,4	9348,9	7808,5	ok
30	11122,00	5,8	11128,0	757,0	1514,0	8242,7	6728,7	ok
76	10975,00	231,4	11206,0	762,3	1524,6	6128,8	4604,2	ok
107	10822,00	16,0	10838,0	737,3	1474,6	9791,2	8316,7	ok
258	10334,00	39,4	10373,0	705,6	1411,3	10067,0	8655,7	ok
24	10321,00	125,6	10447,0	710,7	1421,4	3900,3	2479,0	ok
112	10011,00	8,9	10020,0	681,6	1363,3	18952,7	17589,5	ok
237	9917,00	156,1	10073,0	685,2	1370,5	10541,6	9171,2	ok
8	71505,00	94,1	71599,0	4870,7	9741,4	4651,8	-5089,6	ei

## 50 PARASTA LIIKENNEALUETTA

Id	Lämmitys- energian tarve (MWh)	Liikenteen energian- tarve (MWh)	Yhteenlas- kettu energi- antarve (MWh)	Tarvittava pelto- pinta-ala (ha)	Tarvittava pelto- pinta-ala x 2 (ha)	Peltojen pinta-ala (ha) 10km säteellä	Tarpeen ja pelto- jen erotus	Riit- tääkö
214	69176,00	12877,8	82054,0	5581,9	11163,8	13548,7	2384,9	ok
198	38667,00	7135,0	45802,0	3115,8	6231,6	13647,0	7415,4	ok
159	2685,00	3813,7	6499,0	442,1	884,2	7217,8	6333,6	ok
318	1136,00	3027,7	4164,0	283,3	566,5	13324,4	12757,9	ok
210	8358,00	2951,1	11309,0	769,3	1538,6	16665,4	15126,7	ok
315	56887,00	2936,0	59823,0	4069,6	8139,2	12983,9	4844,8	ok
340	53070,00	2729,6	55800,0	3795,9	7591,8	13443,9	5852,0	ok
306	1629,00	2445,1	4074,0	277,1	554,3	5804,7	5250,4	ok
213	1115,00	2382,7	3498,0	238,0	475,9	12783,4	12307,5	ok
16	3426,00	2059,6	5486,0	373,2	746,4	2789,4	2043,0	ok
297	13629,00	1596,7	15226,0	1035,8	2071,6	6313,2	4241,6	ok
334	547,00	1568,3	2115,0	143,9	287,8	4953,9	4666,2	ok
333	494,00	1559,4	2053,0	139,7	279,3	4828,4	4549,1	ok
312	22618,00	1471,0	24089,0	1638,7	3277,4	11843,7	8566,3	ok
212	1501,00	1405,9	2907,0	197,8	395,5	11699,2	11303,7	ok
350	237,00	1210,6	1448,0	98,5	197,0	5706,4	5509,4	ok
278	6313,00	1152,4	7465,0	507,8	1015,6	11325,8	10310,1	ok
60	5690,00	1152,0	6842,0	465,4	930,9	1265,8	334,9	ok
90	16745,00	1118,7	17864,0	1215,2	2430,5	7956,6	5526,2	ok
279	7646,00	1069,2	8715,0	592,9	1185,7	13922,0	12736,2	ok
226	286,00	1038,2	1324,0	90,1	180,1	15953,6	15773,4	ok
325	13444,00	907,2	14351,0	976,3	1952,5	13996,4	12043,9	ok
217	8264,00	895,3	9159,0	623,1	1246,1	6188,7	4942,6	ok
329	25056,00	893,0	25949,0	1765,2	3530,5	3391,9	-138,6	ei
197	472,00	881,6	1354,0	92,1	184,2	17322,9	17138,7	ok
75	14471,00	865,0	15336,0	1043,3	2086,5	7048,4	4961,9	ok
323	14572,00	844,9	15417,0	1048,8	2097,6	2901,4	803,8	ok
59	15030,00	832,1	15862,0	1079,0	2158,1	4811,3	2653,2	ok
184	908,00	826,3	1734,0	118,0	235,9	11372,1	11136,2	ok
85	5747,00	822,9	6570,0	446,9	893,9	6218,8	5324,9	ok
294	244,00	814,8	1059,0	72,0	144,1	18747,5	18603,4	ok
172	3388,00	801,1	4189,0	285,0	569,9	14302,9	13733,0	ok
81	8396,00	751,3	9147,0	622,2	1244,5	8610,0	7365,5	ok
18	29048,00	736,7	29785,0	2026,2	4052,4	3497,5	-554,9	ei
342	721,00	717,1	1438,0	97,8	195,6	4223,8	4028,2	ok
224	1413,00	690,8	2104,0	143,1	286,3	7731,5	7445,2	ok
310	103,00	674,6	778,0	52,9	105,9	5312,4	5206,6	ok
165	998,00	672,8	1671,0	113,7	227,3	914,0	686,7	ok
173	723,00	607,0	1330,0	90,5	181,0	11518,4	11337,4	ok
156	7619,00	605,8	8225,0	559,5	1119,0	5679,7	4560,6	ok
320	2435,00	541,0	2976,0	202,4	404,9	751,3	346,4	ok
355	22993,00	525,3	23518,0	1599,9	3199,7	13411,2	10211,5	ok
268	6854,00	521,8	7376,0	501,8	1003,5	2523,6	1520,1	ok
151	8490,00	513,6	9004,0	612,5	1225,0	7374,3	6149,3	ok
89	14647,00	499,9	15147,0	1030,4	2060,8	6375,8	4314,9	ok
218	728,00	492,5	1221,0	83,1	166,1	17342,7	17176,5	ok
286	21971,00	490,5	22462,0	1528,0	3056,1	18488,4	15432,3	ok
100	22236,00	460,4	22696,0	1543,9	3087,9	10397,0	7309,1	ok
185	2355,00	454,0	2809,0	191,1	382,2	11206,1	10823,9	ok
332	231,00	439,6	671,0	45,6	91,3	5590,7	5499,4	ok

## 50 PARASTA PELTOALUETTA

Id	Lämmitys- energian tarve (MWh)	Liikenteen energian- tarve (MWh)	Yhteenlas- kettu energi- antarve (MWh)	Tarvittava pelto- pinta-ala (ha)	Tarvittava peltopinta- ala x 2 (ha)	Peltojen pinta-ala (ha) 10km säteellä	Tarpeen ja pelto- jen ero- tus	Riit- tääkö
277	1355,00	25,1	1380,0	93,9	187,8	26626,0	26438,2	ok
252	921,00	9,8	931,0	63,3	126,7	24280,6	24153,9	ok
242	446,00	23,3	469,0	31,9	63,8	24131,6	24067,8	ok
253	3634,00	34,4	3668,0	249,5	499,0	24053,5	23554,5	ok
255	1704,00	20,1	1724,0	117,3	234,6	23588,0	23353,5	ok
231	669,00	12,1	681,0	46,3	92,7	22738,2	22645,5	ok
114	23214,00	96,2	23310,0	1585,7	3171,4	22684,0	19512,6	ok
257	2676,00	15,9	2692,0	183,1	366,3	22478,0	22111,8	ok
254	1422,00	23,6	1446,0	98,4	196,7	22179,1	21982,4	ok
241	2941,00	38,3	2979,0	202,7	405,3	21943,4	21538,1	ok
106	415,00	8,4	423,0	28,8	57,6	21643,4	21585,8	ok
256	773,00	4,9	778,0	52,9	105,9	21242,1	21136,2	ok
139	12565,00	359,0	12924,0	879,2	1758,4	20584,6	18826,2	ok
250	2623,00	150,1	2773,0	188,6	377,3	20575,0	20197,7	ok
125	1000,00	3,0	1003,0	68,2	136,5	20040,1	19903,6	ok
251	2350,00	12,8	2363,0	160,7	321,5	19896,4	19574,9	ok
249	3213,00	27,3	3240,0	220,4	440,8	19302,3	18861,5	ok
182	1668,00	170,7	1839,0	125,1	250,2	19077,2	18827,0	ok
112	10011,00	8,9	10020,0	681,6	1363,3	18952,7	17589,5	ok
246	18078,00	144,6	18223,0	1239,7	2479,3	18929,4	16450,1	ok
294	244,00	814,8	1059,0	72,0	144,1	18747,5	18603,4	ok
286	21971,00	490,5	22462,0	1528,0	3056,1	18488,4	15432,3	ok
116	2146,00	19,6	2166,0	147,3	294,7	18400,8	18106,1	ok
113	905,00	4,7	910,0	61,9	123,8	18298,4	18174,5	ok
171	413,00	41,0	454,0	30,9	61,8	18151,1	18089,4	ok
248	775,00	32,3	807,0	54,9	109,8	17758,2	17648,5	ok
244	1326,00	29,5	1356,0	92,2	184,5	17749,6	17565,1	ok
115	3061,00	89,6	3151,0	214,4	428,7	17599,2	17170,5	ok
218	728,00	492,5	1221,0	83,1	166,1	17342,7	17176,5	ok
197	472,00	881,6	1354,0	92,1	184,2	17322,9	17138,7	ok
247	1099,00	40,6	1140,0	77,6	155,1	16965,0	16809,9	ok
210	8358,00	2951,1	11309,0	769,3	1538,6	16665,4	15126,7	ok
298	3763,00	224,5	3987,0	271,2	542,4	16301,6	15759,2	ok
163	335,00	53,1	388,0	26,4	52,8	16176,7	16123,9	ok
230	2893,00	23,9	2917,0	198,4	396,9	16102,9	15706,0	ok
232	556,00	10,8	567,0	38,6	77,1	16015,7	15938,6	ok
226	286,00	1038,2	1324,0	90,1	180,1	15953,6	15773,4	ok
204	7781,00	73,6	7855,0	534,4	1068,7	15870,1	14801,4	ok
243	8533,00	79,1	8612,0	585,9	1171,7	15810,1	14638,4	ok
245	7985,00	100,4	8085,0	550,0	1100,0	15776,1	14676,1	ok
158	3222,00	172,2	3394,0	230,9	461,8	15684,9	15223,2	ok
73	8339,00	250,5	8589,0	584,3	1168,6	15585,3	14416,8	ok
206	759,00	39,2	798,0	54,3	108,6	15576,3	15467,7	ok
229	1503,00	15,2	1518,0	103,3	206,5	15489,4	15282,8	ok
177	3337,00	60,6	3398,0	231,2	462,3	15456,4	14994,0	ok
175	474,00	40,7	515,0	35,0	70,1	15420,4	15350,4	ok
305	627,00	170,9	798,0	54,3	108,6	15330,6	15222,0	ok
233	575,00	13,4	588,0	40,0	80,0	15316,0	15236,0	ok
179	14521,00	237,5	14759,0	1004,0	2008,0	15107,3	13099,3	ok
71	786,00	0,0	786,0	53,5	106,9	15098,6	14991,7	ok

## 50 PARASTA ALUETTA YHTEENLASKETUILLA ENERGIAMÄÄRILLÄ

Id	Lämmitysener- gian tarve (MWh)	Liikenteen energian- tarve (MWh)	Yhteenlas- kettu ener- giantarve (MWh)	Tarvittava peltopinta- ala (ha)	Tarvittava pelto- pinta-ala x 2 (ha)	Peltojen pinta-ala (ha) 10km säteellä	Tarpeen ja pelto- jen ero- tus	Riit- tääkö
214	69176,00	12877,8	82054,0	5581,9	11163,8	13548,7	2384,9	ok
315	56887,00	2936,0	59823,0	4069,6	8139,2	12983,9	3242,6	ok
340	53070,00	2729,6	55800,0	3795,9	7591,8	13443,9	5304,7	ok
110	47078,00	7,2	47085,0	3203,1	6406,1	9374,5	1782,6	ok
198	38667,00	7135,0	45802,0	3115,8	6231,6	13647,0	7240,9	ok
22	29569,00	283,1	29852,0	2030,7	4061,5	6487,4	255,8	ok
122	27091,00	26,8	27118,0	1844,8	3689,5	5940,7	27,5	ok
127	24661,00	61,9	24723,0	1681,8	3363,7	12910,5	8849,0	ok
312	22618,00	1471,0	24089,0	1638,7	3277,4	11843,7	7791,3	ok
355	22993,00	525,3	23518,0	1599,9	3199,7	13411,2	9721,7	ok
114	23214,00	96,2	23310,0	1585,7	3171,4	22684,0	19153,6	ok
100	22236,00	460,4	22696,0	1543,9	3087,9	10397,0	7033,3	ok
174	22372,00	202,0	22574,0	1535,6	3071,3	10955,0	7677,6	ok
286	21971,00	490,5	22462,0	1528,0	3056,1	18488,4	15288,7	ok
319	21629,00	280,6	21910,0	1490,5	2981,0	14653,0	11481,6	ok
141	21482,00	336,2	21818,0	1484,2	2968,4	11328,0	8240,1	ok
25	21095,00	263,8	21359,0	1453,0	2906,0	3514,2	442,9	ok
246	18078,00	144,6	18223,0	1239,7	2479,3	18929,4	15873,4	ok
90	16745,00	1118,7	17864,0	1215,2	2430,5	7956,6	4975,7	ok
62	16265,00	55,7	16321,0	1110,3	2220,5	5076,2	2107,7	ok
59	15030,00	832,1	15862,0	1079,0	2158,1	4811,3	1905,4	ok
357	15609,00	5,8	15615,0	1062,2	2124,5	14237,0	11424,1	ok
323	14572,00	844,9	15417,0	1048,8	2097,6	2901,4	210,6	ok
75	14471,00	865,0	15336,0	1043,3	2086,5	7048,4	4569,1	ok
297	13629,00	1596,7	15226,0	1035,8	2071,6	6313,2	3882,7	ok
89	14647,00	499,9	15147,0	1030,4	2060,8	6375,8	4155,2	ok
179	14521,00	237,5	14759,0	1004,0	2008,0	15107,3	12949,2	ok
325	13444,00	907,2	14351,0	976,3	1952,5	13996,4	11871,9	ok
34	14223,00	4,7	14228,0	967,9	1935,8	2796,8	699,3	ok
211	13021,00	0,0	13021,0	885,8	1771,6	9846,3	7759,8	ok
139	12565,00	359,0	12924,0	879,2	1758,4	20584,6	18513,0	ok
328	12747,00	10,1	12757,0	867,8	1735,6	10716,1	8655,3	ok
223	12105,00	107,2	12212,0	830,7	1661,5	7533,0	5525,0	ok
195	11884,00	27,5	11911,0	810,3	1620,5	12316,2	10363,7	ok
123	11332,00	20,1	11352,0	772,2	1544,5	13809,6	11873,8	ok
104	11307,00	14,9	11322,0	770,2	1540,4	9348,9	7577,4	ok
210	8358,00	2951,1	11309,0	769,3	1538,6	16665,4	14907,0	ok
76	10975,00	231,4	11206,0	762,3	1524,6	6128,8	4393,2	ok
30	11122,00	5,8	11128,0	757,0	1514,0	8242,7	6581,2	ok
107	10822,00	16,0	10838,0	737,3	1474,6	9791,2	8170,7	ok
24	10321,00	125,6	10447,0	710,7	1421,4	3900,3	2355,9	ok
258	10334,00	39,4	10373,0	705,6	1411,3	10067,0	8526,6	ok
237	9917,00	156,1	10073,0	685,2	1370,5	10541,6	9003,0	ok
112	10011,00	8,9	10020,0	681,6	1363,3	18952,7	17428,1	ok
43	9425,00	210,4	9635,0	655,4	1310,9	3355,1	1841,1	ok
217	8264,00	895,3	9159,0	623,1	1246,1	6188,7	4714,2	ok
81	8396,00	751,3	9147,0	622,2	1244,5	8610,0	7188,6	ok
151	8490,00	513,6	9004,0	612,5	1225,0	7374,3	5963,0	ok
94	8426,00	431,0	8857,0	602,5	1205,0	5530,2	4159,7	ok
279	7646,00	1069,2	8715,0	592,9	1185,7	13922,0	12558,7	ok



## PARHAAT ALUEET KAASULINJAN VARRELLA

<b>Id</b>	<b>Peltojen pinta-ala (ha) 10km säteellä</b>	<b>Prosenttiosuus pinta-alasta</b>
2104	12627,5	41 %
2110	12595,7	41 %
2111	12583,4	41 %
2105	12576,2	41 %
2103	12558,8	41 %
1562	12546,7	41 %
2109	12546,6	41 %
2106	12542,8	41 %
2108	12517,9	41 %
2107	12512,6	40 %
2113	12512,1	40 %
2112	12500,7	40 %
2114	12496,5	40 %
2102	12469,0	40 %
2115	12462,9	40 %
1563	12449,7	40 %
2116	12436,2	40 %
2101	12343,2	40 %
2117	12335,4	40 %
2100	12315,3	40 %
1564	12313,2	40 %
2099	12299,5	40 %
1544	12272,5	40 %
1545	12255,2	40 %
1561	12242,6	40 %
1546	12239,5	40 %
1548	12230,7	40 %
2098	12152,6	39 %
1565	12136,5	39 %
2097	12083,4	39 %
1549	12004,9	39 %
2096	11995,2	39 %
1543	11991,5	39 %
1560	11963,9	39 %
1559	11915,2	39 %
1542	11896,5	38 %
2095	11883,1	38 %
1550	11846,5	38 %
2091	11843,5	38 %
1566	11843,2	38 %
1551	11827,4	38 %
1567	11819,9	38 %
1552	11800,4	38 %
1568	11797,6	38 %
2120	11737,7	38 %
2092	11736,6	38 %
2094	11726,9	38 %
2093	11722,8	38 %
1569	11707,4	38 %
2090	11696,2	38 %
1553	11656,0	38 %
2118	11616,8	38 %
2121	11581,5	37 %
2119	11579,1	37 %
1541	11548,1	37 %
1616	11522,7	37 %
1617	11517,8	37 %

<b>Id</b>	<b>Peltojen pinta-ala (ha) 10km säteellä</b>	<b>Prosenttiosuus pinta-alasta</b>
1618	11442,5	37 %
1540	11419,4	37 %
1614	11415,8	37 %
1615	11414,5	37 %
1556	11410,1	37 %
1555	11406,6	37 %
1621	11400,5	37 %
1622	11400,5	37 %
1757	11400,5	37 %
1620	11398,0	37 %
1623	11382,8	37 %
1539	11365,7	37 %
1619	11356,0	37 %
1756	11309,0	37 %
2122	11276,0	36 %
1755	11268,0	36 %
2089	11266,0	36 %
1538	11257,3	36 %
2123	11246,8	36 %
2305	11239,2	36 %
1557	11238,6	36 %
1570	11230,3	36 %
2304	11224,2	36 %
1750	11223,6	36 %
1558	11221,6	36 %
2124	11217,1	36 %
2303	11215,3	36 %
2306	11200,1	36 %
1751	11199,7	36 %
2088	11171,6	36 %
2309	11159,2	36 %
2307	11159,1	36 %
2308	11157,6	36 %
1752	11153,2	36 %
1753	11153,1	36 %
1754	11135,4	36 %
1749	11120,9	36 %
2310	11120,8	36 %
1630	11084,9	36 %
1571	11084,6	36 %
1572	11084,6	36 %
1628	11083,7	36 %

KAIKKI LÄMPÖ- JA LIIKENNE-ENERGIA ALUEET KARTTANA

